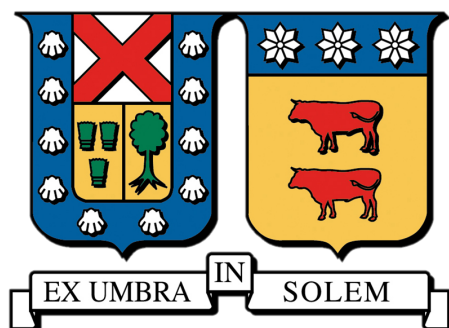




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE MICROSOFT POWER PLATFORM
EN LA EFICIENCIA DE PROCESOS INDUSTRIALES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

JAVIER IGNACIO ANDRADE MARTÍNEZ

PROFESOR GUÍA

ROLANDO RUBILAR

VALPARAÍSO DE CHILE, 21 DE ABRIL 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Evaluación del impacto de Microsoft Power Platform en la eficiencia de procesos industriales

Nombre del candidato(a): Javier Ignacio Andrade Martínez

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial

Campus: Casa Central

Departamento: Departamento de Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Rolando Rubilar Torrealba, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 15-12-2025

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 14-12-2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Tabla de Contenidos

1. Problema de Investigación	3
2. Objetivos	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Específicos	6
3. Marco Teórico	7
3.1. Transformación Digital en Procesos Industriales	7
3.2. Ecosistemas de Plataforma y Metaorganizaciones en la Transformación Digital . . .	7
3.3. Automatización y Eficiencia Operacional en Entornos Digitales	9
3.4. Microsoft Power Platform	11
3.5. Barreras y Desafíos en la Adopción Tecnológica	22
4. Metodología de Desarrollo en aplicaciones	24
4.1. Enfoque General del Proyecto	24
4.2. Diagnóstico de Procesos Actuales	24
4.3. Levantamiento de Requerimientos Funcionales	25
4.4. Diseño de la Solución en Power Platform	25
4.5. Desarrollo e Integración de las Aplicaciones	26
4.6. Validación, Marcha Blanca y Ajustes Iterativos	26
5. Problemática general de la industria	28
5.1. Aplicación Registro de Inducciones	29

5.2. Aplicación Programa 5S	38
5.3. Aplicación Programa de Calibración y Verificación	51
5.4. Formularios de Producción AVSA	62
6. Resultados	71
6.1. Alcance y criterios del análisis	72
6.2. Valor UF de las aplicaciones	72
6.3. Consumo y perfil temporal de horas-hombre (HH)	74
6.4. Relación entre valor de las aplicaciones y esfuerzo HH	76
6.5. Conversión de montos a pesos chilenos	77
6.6. Implicancias para la industria y la transformación digital	78
6.7. Síntesis de hallazgos cuantitativos	80
7. Discusión	82
7.1. Interpretación de los resultados económicos	82
7.2. Microsoft Power Platform como habilitador de automatización	83
7.3. Automatización e integración de capacidades avanzadas	84
7.4. Implicancias organizacionales y de gestión	85
7.5. Relación de la transformación digital y costos	86
8. Limitaciones	88
9. Conclusiones	90
10. Anexos	92

1. Problema de Investigación

La transformación digital ha emergido como un componente crítico para la competitividad industrial, impulsando a las organizaciones a adoptar herramientas tecnológicas que permitan optimizar sus procesos (Salvaris et al., 2018). Esta necesidad de modernización responde a entornos de alta exigencia operativa, donde la eficiencia, la trazabilidad y la toma de decisiones basadas en datos se han convertido en ejes clave para la sustentabilidad y escalabilidad de las operaciones (Debbadi and Boateng, 2025b).

En este contexto, Microsoft Power Platform, compuesta por las herramientas Power Apps, Power Automate y Power BI, se ha posicionado como una suite de soluciones de desarrollo de bajo código que permite a los usuarios construir aplicaciones personalizadas, automatizar flujos de trabajo y generar visualizaciones interactivas, sin requerir conocimientos avanzados en programación (Loyer, 2023; Pyper, 2023). Estas tecnologías facilitan la digitalización de tareas repetitivas, mejoran la comunicación entre áreas y fortalecen la toma de decisiones basadas en datos operativos en tiempo real (Salvaris et al., 2018).

Estudios recientes han demostrado que el enfoque de desarrollo de bajo código basado en plataformas como Power Apps puede ser adaptado con éxito en contextos complejos, como la educación médica a distancia, donde se requiere alta personalización y confiabilidad operativa (Rajaram et al., 2022). Asimismo, la construcción de aplicaciones funcionales e integradas en la nube mediante tecnologías de Microsoft, tales como Azure, ha sido validada en escenarios de comunicación multilingüe y servicios de traducción automatizada, evidenciando la versatilidad y el potencial de estas herramientas para resolver problemáticas prácticas en entornos altamente exigentes (Prabowo et al., 2024).

Por otro lado, diversas investigaciones destacan la integración de soluciones de inteligencia artificial dentro de las plataformas Microsoft, lo que permite optimizar procesos industriales mediante análisis predictivo, detección de anomalías y gestión automatizada de la información (Salvaris et al., 2018). Esto refuerza el potencial de la Power Platform como una herramienta estratégica para la automatización y el análisis avanzado de datos.

A pesar de su creciente adopción a nivel corporativo, en el ámbito industrial local existe una falta de documentación técnica que permita comprender de manera sistemática el impacto concreto de estas herramientas. No se dispone de estudios que cuantifiquen cómo estas soluciones influyen en variables clave como la reducción de tiempos de ejecución, la disminución de errores humanos o la mejora en la toma de decisiones tácticas y estratégicas. Esta carencia de evidencia dificulta el diseño de estrategias de adopción tecnológica efectivas y la identificación de buenas prácticas replicables.

Los principales actores involucrados corresponden a empresas industriales que operan en entornos donde la eficiencia es crítica, tales como las áreas de producción, mantenimiento, logística, calidad y transformación digital. Asimismo, se ven implicados los responsables de la gestión del cambio, quienes enfrentan desafíos relacionados con la capacitación y apropiación de estas herramientas por parte de los equipos de trabajo.

El uso de plataformas de automatización permite transformar procesos tradicionalmente manuales en flujos digitales estructurados, lo que se traduce en una ejecución más ágil y consistente. Esto no solo reduce significativamente los tiempos asociados a tareas repetitivas, sino que además disminuye la probabilidad de errores humanos, al eliminar la dependencia de la intervención manual en actividades críticas. De esta manera, las organizaciones logran mayor eficiencia operativa y una mejora en la calidad de los resultados obtenidos (Kolondaisamy et al., 2024; Pal-

chunov and Chernyavtseva, 2023).

Las plataformas low-code se posicionan como un habilitador clave en la transformación digital, ya que facilitan el desarrollo de aplicaciones sin necesidad de conocimientos avanzados en programación. Esto genera un entorno más inclusivo, donde distintos perfiles dentro de la organización pueden participar activamente en la creación de soluciones tecnológicas adaptadas a sus propias necesidades. Al mismo tiempo, la flexibilidad de estas herramientas permite iterar y ajustar rápidamente los desarrollos, acelerando los ciclos de innovación y favoreciendo la adopción tecnológica en diferentes niveles de la empresa (Shrivastava, 2024; Herrera, 2022).

Frente a este escenario, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿De qué manera la implementación de herramientas computacionales impacta en la reducción de tiempos de ejecución en los procesos industriales?
- ¿Cómo contribuye la automatización de tareas mediante herramientas computacionales a la mejora de la eficiencia operativa y a la resolución de problemáticas recurrentes?
- ¿De qué manera el uso de herramientas computacionales para la visualización de datos operativos impacta en la calidad y oportunidad de la toma de decisiones en procesos industriales?

Este estudio busca aportar evidencia empírica respecto al impacto de la inteligencia de herramientas computacionales en el ámbito industrial, identificando beneficios, limitaciones y recomendaciones prácticas para su implementación estratégica.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Analizar el aporte de herramientas computacionales en la optimización de procesos industriales, a través del análisis de casos reales, con el propósito de establecer beneficios, desafíos y lineamientos para su aplicación en entornos operativos.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la reducción de tiempos en procesos industriales generada por la implementación de herramientas informáticas de Microsoft Power Platform.
- Analizar cómo la implementación de procesos automatizados mediante Power Automate mejora la eficiencia operativa en entornos industriales.
- Medir el impacto del uso de sistemas de gestión de información basados en Power BI en la toma de decisiones operativas, mediante análisis visual de datos clave como indicadores de productividad y gestión documental.

3. Marco Teórico

3.1. Transformación Digital en Procesos Industriales

La transformación digital se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones adoptan tecnologías digitales para optimizar procesos internos, mejorar la eficiencia operativa y potenciar la toma de decisiones estratégicas basadas en datos. En el contexto industrial, esta transformación no solo implica la incorporación tecnológica, sino también cambios culturales y organizacionales que impactan directamente la productividad y competitividad de las empresas (Shrivastava, 2024). Diversos estudios destacan cómo la digitalización y automatización contribuyen significativamente a la reducción de tiempos operativos y a la mejora continua de procesos, lo cual es especialmente relevante en sectores altamente competitivos y dinámicos (Debbadi and Boateng, 2025a).

3.2. Ecosistemas de Plataforma y Metaorganizaciones en la Transformación Digital

La transformación digital en el ámbito industrial se fundamenta en la conformación de ecosistemas tecnológicos que actúan como catalizadores de la innovación, la eficiencia y la integración operativa. Estos ecosistemas, concebidos como metaorganizaciones, constituyen estructuras colaborativas en las cuales convergen distintos actores como empresas, proveedores, desarrolladores y usuarios, que se articulan en torno a una plataforma digital común que define reglas, procesos y mecanismos de coordinación (Kretschmer et al., 2020).

Desde esta perspectiva, las plataformas digitales se interpretan como núcleos tecnológicos capaces de articular componentes complementarios y modulares, entre ellos aplicaciones empre-

sariales, flujos de trabajo automatizados, sistemas de análisis de datos y herramientas de comunicación. Dichos elementos, al integrarse bajo una misma arquitectura, fomentan la integración de todas las partes involucradas y la creación de valor compartido, por lo que este tipo de organización híbrida combina características tanto del mercado como de la jerarquía.

La capacidad para diseñar e implementar reglas de gobernanza digital se configura como una fuente estratégica de poder, ya que posibilita la coordinación entre participantes con intereses diversos dentro de un marco de colaboración tecnológica. En el contexto industrial, este principio se materializa mediante el uso de plataformas como *Power Apps*, *Power Automate* y *Power BI*, las cuales facilitan la integración de procesos administrativos y operativos, la conexión de fuentes de datos en tiempo real y la generación de flujos de información que fortalecen la toma de decisiones basadas en evidencia.

La arquitectura modular que caracteriza a estas soluciones otorga a las organizaciones una mayor capacidad de adaptación frente a distintos entornos productivos, incrementando su agilidad y reduciendo la dependencia de procedimientos manuales. La consolidación de estos ecosistemas digitales exige, sin embargo, una estructura de gobernanza que logre equilibrar la autonomía de los actores con la coherencia global del sistema. En este sentido, la gestión eficiente de permisos y flujos de información se convierte en un factor esencial para asegurar la seguridad, la confiabilidad y la sostenibilidad de las operaciones digitales.

De acuerdo con (Kretschmer et al., 2020), las plataformas exitosas se distinguen por su capacidad para fomentar la participación y mantener un equilibrio entre cooperación y competencia dentro del ecosistema. Este equilibrio se logra mediante mecanismos de incentivos, transparencia y control tecnológico, que fortalecen la cohesión y la resiliencia del entorno digital.

Cabe destacar que la noción de metaorganización se vincula directamente con el concepto

de flexibilidad estructural. Las organizaciones que adoptan plataformas digitales amplían su capacidad de adaptación a entornos dinámicos, distribuyendo funciones y responsabilidades entre múltiples agentes interconectados. Este modelo fomenta la innovación abierta y la cocreación de soluciones, en las cuales los datos, los flujos automatizados y las aplicaciones colaborativas constituyen la base de una gestión moderna y sostenible. Por lo que, la transformación digital industrial trasciende la simple digitalización de procesos y se configura como un proceso de reestructuración organizacional profunda, sustentado en la integración tecnológica, la gestión del conocimiento y la toma de decisiones informadas. La articulación entre ecosistemas de plataformas y estrategias de automatización representa, por tanto, un pilar esencial en la construcción de organizaciones inteligentes, resilientes y competitivas en un entorno global caracterizado por la velocidad del cambio tecnológico.

3.3. Automatización y Eficiencia Operacional en Entornos Digitales

La automatización constituye uno de los pilares fundamentales de la transformación digital, al posibilitar la optimización de tareas repetitivas, la reducción de errores humanos y el incremento sostenido de la eficiencia en los procesos operativos. En la actualidad, las organizaciones industriales integran sistemas de automatización sustentados en plataformas digitales interconectadas, con el propósito de estandarizar actividades, mejorar la trazabilidad y fortalecer la capacidad de respuesta frente a las demandas de un entorno dinámico y competitivo.

Existen diversos sitios en donde podemos encontrar que (Kretschmer et al., 2020), las plataformas tecnológicas no solo operan como infraestructuras técnicas, sino también como sistemas organizativos que gestionan relaciones, flujos de información y mecanismos de coordinación entre

distintos agentes. Este principio se materializa en la automatización mediante entornos integrados como *Power Automate*, el cual actúa como intermediario entre aplicaciones, servicios y bases de datos, permitiendo ejecutar procesos automatizados bajo reglas predefinidas y condiciones específicas. Es gracias a estos mecanismos, las organizaciones establecen rutinas inteligentes que aseguran la coherencia operativa y la disponibilidad continua de información crítica (Harinarayanan, 2021).

Se debe considerar el uso complementario de herramientas como *Power Apps* y *Power BI* refuerza la lógica de la automatización como un proceso sistémico. Estas herramientas son esenciales para poder generar en enlace a los usuarios con el flujo del proceso, *Power Apps* permite el desarrollo de aplicaciones personalizadas orientadas a la gestión de tareas específicas dentro de los flujos productivos, mientras que *Power BI* ofrece capacidades analíticas avanzadas que convierten los datos generados por dichos procesos en información estratégica para la toma de decisiones. La sinergia entre estas plataformas genera un entorno digital integrado que favorece la eficiencia global del sistema productivo, al reducir los tiempos de procesamiento, optimizar los recursos y mejorar la visibilidad de los indicadores de desempeño.

Desde una perspectiva organizacional, la automatización redefine los roles y responsabilidades dentro de las estructuras jerárquicas tradicionales, trasladando parte del control operativo hacia sistemas inteligentes que actúan de forma autónoma. Este fenómeno impulsa una transición hacia modelos de gestión basados en datos, en los cuales la supervisión humana se orienta a la validación, el análisis y la mejora continua, más que a la ejecución directa de las tareas. En consecuencia, la eficiencia operativa se transforma en una competencia estratégica derivada de la interacción constante entre personas, procesos y tecnologías.

La implementación de flujos automatizados contribuye al desarrollo de entornos de trabajo

más ágiles, seguros y colaborativos. La disminución de la intervención manual reduce los riesgos de error, incrementa la trazabilidad de las operaciones y asegura la disponibilidad de registros digitales verificables. A su vez, la automatización facilita la integración entre áreas funcionales, lo que permite que la información fluya de manera continua entre producción, logística, administración y gestión financiera. De este modo, se fortalece la coordinación organizacional y se promueve una toma de decisiones más coherente y sustentada en datos.

En términos de sostenibilidad, la automatización digital favorece un uso más racional de los recursos al posibilitar la monitorización en tiempo real de indicadores de consumo, mantenimiento y desempeño. Este control integral contribuye a mejorar la eficiencia energética, planificar de manera predictiva las operaciones y reducir los desperdicios, en concordancia con los principios de la Industria. Por tanto, las herramientas de automatización no representan únicamente una mejora tecnológica, sino también una estrategia de gestión orientada a la excelencia operativa y la competitividad sostenible.

3.4. Microsoft Power Platform

Microsoft Power Platform es un conjunto integrado de herramientas tecnológicas orientadas al desarrollo de aplicaciones empresariales mediante un enfoque de bajo código (*low-code*). Esta plataforma incluye principalmente tres herramientas clave: *Power Apps*, *Power Automate* y *Power BI*, las cuales permiten crear aplicaciones personalizadas, automatizar flujos de trabajo y realizar análisis de datos avanzados respectivamente (Power et al., 2020).

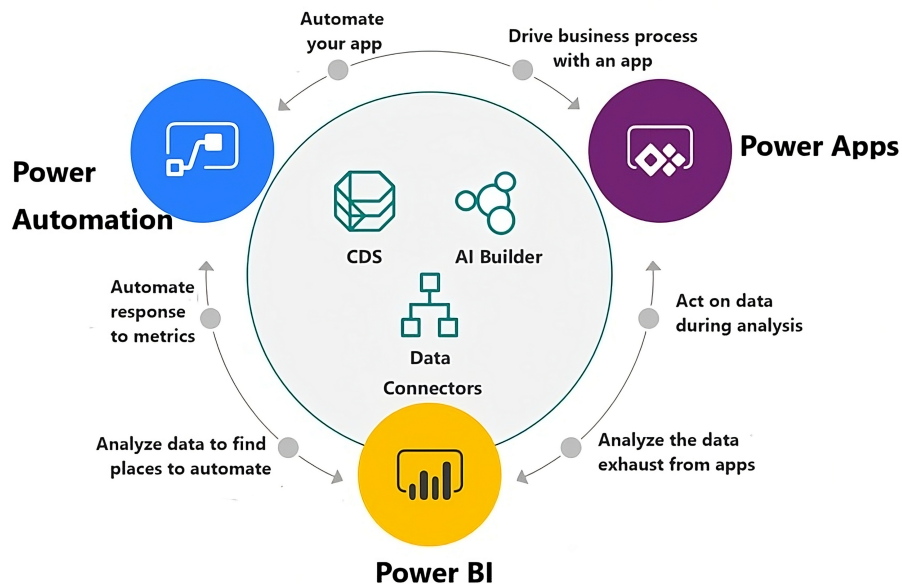


Figura 1: Esquema general de la *Microsoft Power Platform*: integración de *Power Apps*, *Power Automate* y *Power BI* sobre servicios compartidos de datos (*Dataverse/CDS*), conectores y capacidades de inteligencia artificial, lo que permite cerrar el ciclo entre captura de datos, automatización de procesos y análisis para la toma de decisiones.

Power Platform se ha consolidado como una solución efectiva para abordar la complejidad y las exigencias operativas de distintos entornos industriales. Esta integración se sintetiza en la Figura 1, que muestra la relación entre los componentes principales de la plataforma. Su capacidad para integrarse con otras plataformas y servicios en la nube, como *Microsoft Azure*, permite extender su utilidad hacia diversas aplicaciones empresariales, facilitando la gestión integral de procesos y la toma de decisiones basadas en información actualizada y confiable (Herrera, 2022).

De acuerdo con (Chandorkar, 2018), el potencial de las plataformas empresariales en la nube como *Microsoft Power Platform* radica en su capacidad para transformar los modelos tradicionales de gestión mediante la centralización de servicios, la reducción de costos operativos y la mejora continua de la productividad. Al integrarse con el ecosistema de *Microsoft 365*, esta plataforma permite que las organizaciones operen en entornos colaborativos totalmente conectados,

donde los datos, las aplicaciones y los procesos coexisten bajo una misma infraestructura digital. Ello posibilita un acceso seguro y flexible desde cualquier dispositivo, garantizando la integridad y la disponibilidad permanente de la información. Además, la combinación de herramientas como *Power Apps*, *Power Automate* y *Power BI* ofrece un soporte integral para la creación, automatización y análisis de procesos empresariales, potenciando la innovación continua y la eficiencia en la toma de decisiones. En este sentido, *Microsoft Power Platform* no solo representa una solución tecnológica, sino también una estrategia organizacional orientada a la transformación digital sostenible y a la consolidación de ecosistemas empresariales inteligentes.

Según el estudio de (Chandorkar, 2018), las soluciones en la nube impulsadas por Microsoft promueven una nueva forma de productividad al eliminar las limitaciones del software instalado localmente y reemplazarlo por un entorno colaborativo basado en servicios interconectados. Dichas herramientas posibilitan que los usuarios trabajen de manera simultánea sobre los mismos documentos, sin pérdida de información ni duplicación de versiones, fortaleciendo así la coherencia de los procesos y la eficiencia en la comunicación interna. La disponibilidad de los servicios en todo momento, junto con una infraestructura de seguridad robusta y niveles de servicio garantizados, genera confianza en la continuidad del negocio y refuerza la estabilidad tecnológica de las organizaciones.

El carácter modular y escalable de *Microsoft Power Platform* facilita la personalización de soluciones en función de las necesidades específicas de cada organización. Las aplicaciones creadas mediante *Power Apps* permiten digitalizar tareas administrativas o de campo sin requerir conocimientos avanzados de programación, mientras que *Power Automate* automatiza flujos de trabajo que antes dependían de la intervención manual. Complementariamente, *Power BI* transforma los datos en indicadores estratégicos que sirven de base para una gestión informada y predicti-

va. Esta sinergia tecnológica contribuye a la conformación de sistemas empresariales inteligentes capaces de adaptarse a entornos dinámicos y altamente competitivos.

El modelo de trabajo promovido por *Microsoft Power Platform* fomenta la colaboración transversal entre áreas, al integrar en un mismo entorno las operaciones de producción, administración, finanzas y gestión comercial. La posibilidad de compartir información en tiempo real y acceder a los mismos datos desde diferentes dispositivos permite una toma de decisiones más ágil, transparente y coherente con los objetivos corporativos. Esto refleja un cambio estructural dentro de las organizaciones, donde la tecnología no se concibe únicamente como un soporte operativo, sino como un agente estratégico que impulsa la eficiencia, la innovación y la sostenibilidad.

La implementación de *Microsoft Power Platform* constituye un elemento clave dentro del proceso de transformación digital empresarial. Su enfoque integrado, apoyado en la nube y en la conectividad inteligente, favorece la automatización de procesos, el aprovechamiento del conocimiento organizacional y la creación de entornos colaborativos que promueven la mejora continua. De esta manera, la plataforma se establece como un componente esencial en la transición hacia modelos de gestión más flexibles, eficientes y orientados al uso intensivo de datos, consolidando su papel como motor de innovación tecnológica en el ámbito industrial contemporáneo.

Power Automate

Power Automate es una herramienta clave dentro de Microsoft Power Platform que permite automatizar procesos repetitivos mediante flujos de trabajo definidos por el usuario. Su uso facilita la reducción significativa de tiempos operativos, la disminución de errores humanos y la optimización de recursos empresariales (Critchley, 2020). La incorporación de inteligencia artificial en Power Automate posibilita la adaptación en tiempo real de los procesos automatizados,

respondiendo dinámicamente a cambios en el entorno operativo (Debbadi and Boateng, 2025a).

De acuerdo con el estudio desarrollado por (Debbadi and Boateng, 2025b), la integración de inteligencia artificial en Power Automate constituye una de las innovaciones más relevantes dentro del ámbito de la automatización empresarial. A través del uso de *AI Builder* y su vinculación con el servicio *Microsoft Graph API*, la plataforma permite construir soluciones automatizadas de alto nivel que optimizan los flujos de trabajo dentro del ecosistema de *Office 365*. Esta integración amplía las capacidades de automatización, ya que los flujos pueden interactuar con múltiples servicios como *SharePoint*, *Teams*, *Outlook* o *OneDrive*, consolidando la información y los procesos en un entorno digital unificado.

Power Automate incorpora modelos de inteligencia artificial preconstruidos mediante *AI Builder*, los cuales facilitan la clasificación de documentos, el reconocimiento de texto, la predicción de resultados y la extracción inteligente de datos. Estas funcionalidades permiten que las organizaciones procesen información de forma automática y precisa, incluso en documentos con estructuras diversas o no estandarizadas, lo que representa una mejora sustancial respecto a los sistemas tradicionales de automatización (Khaga, 2025a).

La automatización inteligente que ofrece Power Automate se sustenta en la combinación de inteligencia artificial (IA), aprendizaje profundo (*deep learning*) y automatización robótica de procesos (RPA). Esta convergencia permite que los flujos de trabajo no solo ejecuten tareas predefinidas, sino que también aprendan de los datos históricos y ajusten sus decisiones en tiempo real sin necesidad de intervención humana. Gracias a la integración con *Azure Machine Learning* y *AI Builder*, la plataforma puede desplegar modelos neuronales que realizan análisis avanzados como detección de anomalías, mantenimiento predictivo y procesamiento inteligente de documentos. De esta manera, los flujos automatizados adquieren la capacidad de identificar patrones, anticipar

comportamientos y ejecutar acciones proactivas, fortaleciendo la eficiencia y la resiliencia operativa (Debbadi and Boateng, 2025a).

Este tipo de automatización predictiva posibilita que los procesos se ajusten dinámicamente ante condiciones cambiantes, reduciendo interrupciones y optimizando la utilización de los recursos disponibles. En entornos industriales, por ejemplo, Power Automate puede analizar datos de sensores para anticipar fallas en equipos, mientras que en el sector financiero permite detectar anomalías en tiempo real, contribuyendo a la prevención de fraudes y al fortalecimiento de la confiabilidad operativa.

Microsoft Power Automate representa un componente esencial dentro del ecosistema de Power Platform, al combinar automatización, inteligencia artificial y aprendizaje profundo en un entorno colaborativo y escalable. Su integración con herramientas como *Power Apps* y *Power BI* potencia la capacidad analítica y la agilidad operativa, consolidando un modelo de gestión inteligente que promueve la eficiencia, la transparencia y la mejora continua en los entornos organizacionales modernos (Debbadi and Boateng, 2025a; Khaga, 2025a).

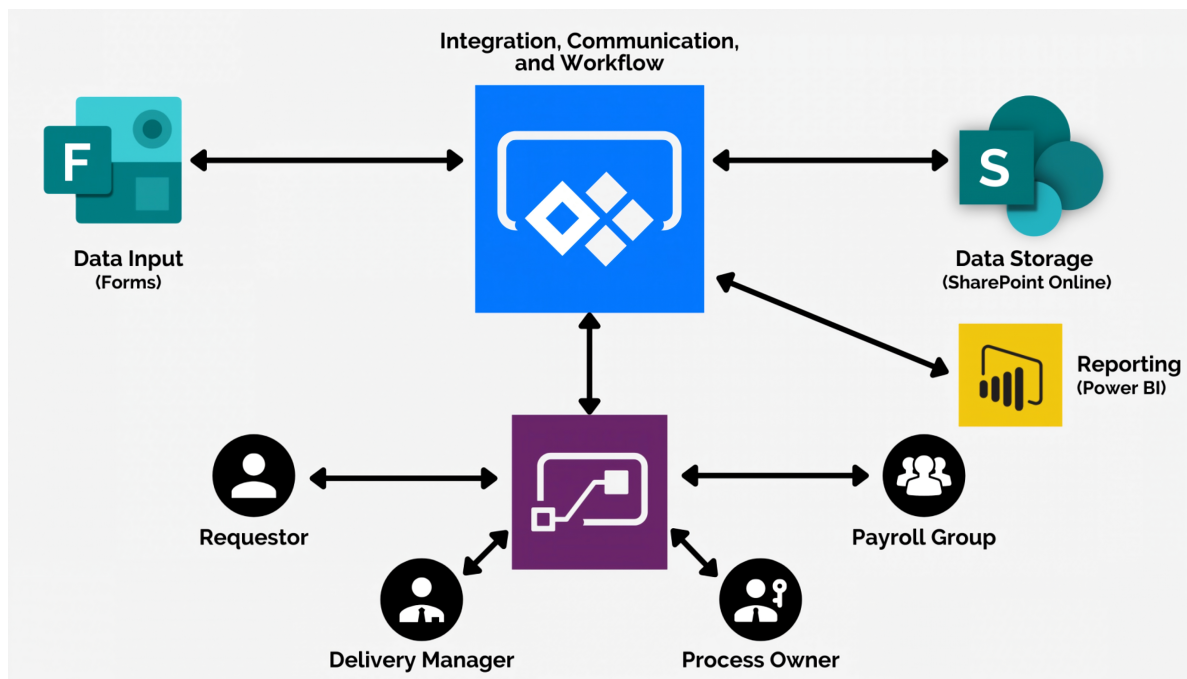


Figura 2: Esquema general de un flujo automatizado con *Microsoft Power Automate* dentro del ecosistema de *Microsoft Power Platform*, integrando captura de datos, aplicaciones de negocio, almacenamiento en *SharePoint Online* y análisis mediante *Power BI*.

La Figura 2 sintetiza el rol de Power Automate como orquestador de los procesos digitales, articulando la interacción entre los distintos sistemas y actores involucrados. Los datos se capturan mediante formularios estructurados, son procesados por aplicaciones desarrolladas en *Power Apps*, se almacenan en repositorios corporativos y se transforman en información de gestión a través de *Power BI*. Sobre esta arquitectura se configuran aprobaciones, notificaciones y reglas de negocio que aseguran trazabilidad y control sobre cada instancia del flujo.

Este tipo de configuración ilustra cómo la automatización trasciende la mera ejecución de tareas repetitivas y pasa a estructurar un modelo de operación integrado, en el que las decisiones se apoyan en datos consistentes y oportunamente disponibles. Dicho enfoque resulta especialmente relevante para la formalización de procesos industriales, al permitir que las actividades críticas sean monitoreadas y auditadas de manera sistemática dentro de un mismo entorno tecnológico.

Power Apps

Power Apps posibilita el desarrollo rápido y personalizado de aplicaciones empresariales que cubren diversas necesidades operativas, especialmente en contextos donde se requiere agilidad y flexibilidad tecnológica (Shrivastava, 2024). Su implementación permite una integración eficiente de procesos interdepartamentales y mejora notablemente la trazabilidad y el seguimiento de tareas críticas en procesos industriales (Kolondaisamy et al., 2024).

Esta plataforma de desarrollo de bajo código (*low-code*) diseñada para democratizar la creación de soluciones digitales dentro de las organizaciones (Leung, 2021), la herramienta permite que tanto usuarios con experiencia técnica como personal sin conocimientos avanzados de programación puedan construir aplicaciones móviles o de escritorio de manera visual, utilizando componentes preconfigurados y conectores predeterminados. Esta característica fomenta la autonomía de los equipos internos y acelera los ciclos de desarrollo, reduciendo la dependencia de departamentos especializados en tecnología.

La propia arquitectura modular de *Power Apps* posibilita la conexión con diversas fuentes de datos, tales como *SharePoint*, *Dataverse*, *Excel*, *SQL Server* o servicios en la nube como *Microsoft Azure*. Esta conexión garantiza la integridad de la información y facilita la construcción de ecosistemas digitales integrados, donde los flujos de datos y procesos pueden gestionarse de manera centralizada y coherente. Esta relación es tal que la capacidad de integrar controles dinámicos, formularios personalizados y funciones lógicas avanzadas otorga a los usuarios un entorno versátil para adaptar las aplicaciones a los requerimientos específicos de cada área o proceso organizacional (Leung, 2021).

Dentro de lo operativo *Power Apps* se alinea con los principios de la transformación digital,

promoviendo la eficiencia y la innovación mediante la digitalización de tareas que anteriormente dependían de formularios o registros manuales. Las organizaciones que adoptan esta plataforma pueden optimizar sus flujos de trabajo, estandarizar procedimientos y mejorar la visibilidad de la información en tiempo real. A su vez, la integración nativa con *Power Automate* y *Power BI* amplía las capacidades de análisis y automatización, permitiendo que las aplicaciones no solo recopilen datos, sino que también generen acciones automáticas y visualizaciones estratégicas para la toma de decisiones (Kolondaisamy et al., 2024).

El enfoque de desarrollo de *Power Apps* refuerza la cultura de innovación interna, al permitir que los propios usuarios empresariales diseñen soluciones alineadas con sus procesos operativos sin depender completamente del área de tecnologías de la información. Esta descentralización del desarrollo impulsa la productividad y fomenta la creación de entornos colaborativos, donde la tecnología se adapta a las necesidades del negocio en lugar de imponer limitaciones estructurales (Shrivastava, 2024).

Es por todo esto que *Power Apps* se posiciona como un componente estratégico dentro del ecosistema de *Microsoft Power Platform*, al brindar una solución accesible, flexible y escalable para el desarrollo de aplicaciones empresariales. Su combinación de conectividad, bajo código y capacidad de integración convierte a la plataforma en un elemento clave para impulsar la transformación digital y la eficiencia operativa en organizaciones que buscan optimizar sus procesos mediante tecnologías ágiles y sostenibles (Leung, 2021; Shrivastava, 2024; Kolondaisamy et al., 2024).

Power BI

Es una herramienta de análisis y visualización de datos diseñada para transformar grandes volúmenes de información en conocimiento accionable mediante reportes dinámicos y paneles interactivos. Su aplicación mejora considerablemente la calidad y rapidez en la toma de decisiones estratégicas, facilitando el análisis de indicadores clave de desempeño operacional (KPIs), el seguimiento de procesos y la gestión de datos documentales críticos (Palchunov and Chernyavtseva, 2023).

Power BI surge como una solución integral para abordar los desafíos asociados al manejo de grandes volúmenes de datos en entornos empresariales modernos. Su arquitectura combina la capacidad de conectarse a diversas fuentes de información con herramientas analíticas avanzadas que permiten procesar, modelar y visualizar datos de manera eficiente (Charan et al., 2024). Esta integración posibilita que las organizaciones transformen datos complejos en información comprensible y útil, promoviendo una cultura organizacional basada en la evidencia y en la analítica de datos.

Estas capacidades avanzadas que tiene Power BI mejoran la precisión de los análisis predictivos y facilitan la identificación de patrones, tendencias y anomalías dentro de los conjuntos de datos empresariales (Charan et al., 2024). Gracias a ello, las organizaciones pueden anticipar comportamientos del mercado, optimizar procesos y responder con mayor agilidad a las condiciones cambiantes del entorno competitivo.

Esta plataforma ofrece una infraestructura flexible y escalable que se adapta a distintos niveles de madurez digital. Su entorno de trabajo incluye herramientas como *Power BI Desktop*, orientada al desarrollo de reportes y modelos de datos; *Power BI Service*, enfocada en la colabora-

ción y publicación en la nube; y *Power BI Report Builder*, que permite la generación de informes paginados para análisis detallados. Esta diversidad de aplicaciones proporciona un ecosistema unificado para el análisis integral, desde la preparación de los datos hasta su visualización y distribución dentro de la organización (Charan et al., 2024).



Figura 3: Esquema general del entorno de *Power BI*, que integra desarrollo de modelos, publicación en la nube y consumo de reportes para el soporte de la analítica de datos organizacional.

La Figura 3 sintetiza el ecosistema de trabajo de *Power BI*, en el que se articulan las etapas de preparación, modelamiento, publicación y consumo de la información. A nivel técnico, los modelos y reportes se desarrollan principalmente en *Power BI Desktop*, donde se definen las relaciones entre tablas, las medidas DAX y la lógica de negocio asociada a los indicadores. Posteriormente,

estos artefactos se publican en el servicio en la nube (*Power BI Service*), lo que permite habilitar actualizaciones programadas, control de acceso basado en roles y la distribución centralizada de paneles hacia los distintos grupos de usuarios dentro de la organización.

Este esquema posibilita un flujo continuo entre las fuentes de datos corporativas y los puntos de consumo de información, incluyendo la visualización en dispositivos móviles y la integración con otras aplicaciones del ecosistema de *Microsoft 365*. De esta manera, Power BI se consolida como la capa analítica de la plataforma, proporcionando visibilidad transversal sobre el desempeño de los procesos e insumos cuantitativos para la toma de decisiones. Esta arquitectura resulta fundamental para monitorear el impacto de las soluciones desarrolladas en *Microsoft Power Platform* y para sostener ciclos de mejora continua basados en evidencia empírica.

3.5. Barreras y Desafíos en la Adopción Tecnológica

A pesar de los beneficios evidentes que aporta la implementación de plataformas tecnológicas como *Microsoft Power Platform*, existen barreras significativas que deben considerarse para garantizar su correcta adopción y aprovechamiento. Dichas barreras pueden clasificarse en tres dimensiones principales: tecnológicas, organizacionales y culturales. Entre ellas se destacan la resistencia al cambio por parte del personal, la falta de competencias digitales, la carencia de infraestructura tecnológica adecuada y la insuficiente planificación estratégica para la integración de nuevas herramientas (Critchley, 2020; Harinarayanan, 2021).

El éxito de las estrategias de automatización depende directamente de la capacidad de las organizaciones para gestionar el cambio tecnológico de manera estructurada. Los autores destacan que la tecnología, la robótica y la inteligencia artificial han transformado la manera en que

las empresas administran sus procesos y estrategias, generando ventajas competitivas considerables. Sin embargo, también subrayan que los obstáculos más comunes en la adopción de nuevas tecnologías provienen de factores humanos, tales como el desconocimiento, la falta de capacitación y la percepción de amenaza frente a la automatización de tareas. En este contexto, resulta esencial fomentar una cultura organizacional que promueva la aceptación del cambio, la colaboración interdisciplinaria y la mejora continua como pilares del proceso de transformación digital (Avendaño Barrera et al., 2024).

La implementación exitosa de tecnologías disruptivas no solo depende de los recursos tecnológicos disponibles, sino también del grado de compromiso de los colaboradores (Avendaño Barrera et al., 2024). Las empresas deben promover un entorno donde la innovación se perciba como una oportunidad de crecimiento y no como una amenaza a la estabilidad laboral. Este enfoque permite consolidar una cultura de adopción tecnológica basada en la confianza, la colaboración y la participación activa del talento humano en los procesos de transformación.

La adopción de plataformas como *Microsoft Power Platform* exige un enfoque estratégico que combine tecnología, liderazgo y gestión del cambio. Para garantizar su efectividad, las organizaciones deben invertir en infraestructura tecnológica, capacitación y cultura digital, alineando la innovación con los objetivos de negocio. De esta forma, es posible aprovechar plenamente el potencial de la automatización, la inteligencia artificial y la analítica de datos para incrementar la productividad y la competitividad empresarial (Shrivastava, 2024).

4. Metodología de Desarrollo en aplicaciones

4.1. Enfoque General del Proyecto

El proyecto se estructura bajo un enfoque incremental y centrado en el usuario, apoyado en los principios de mejora continua y en prácticas de ingeniería de software aplicadas a entornos *low-code*. La plataforma Microsoft Power Platform se adopta como base tecnológica para asegurar rapidez de entrega, gobernanza de datos y escalabilidad, priorizando la trazabilidad completa del proceso, la consistencia del dato y la reducción de fricciones operacionales. La metodología privilegia ciclos cortos de diseño–construcción–validación, con incorporación sistemática de retroalimentación desde los roles involucrados (operación, jefaturas, calidad/seguridad y TI), de modo que la solución mantiene alineamiento funcional con los objetivos operativos y de negocio.

4.2. Diagnóstico de Procesos Actuales

El diagnóstico caracteriza el estado inicial de los procesos y los puntos críticos que justifican la intervención digital. Se identifican principalmente: dispersión de registros en planillas, altos tiempos de consolidación, errores de digitación, ausencia de control de versiones y trazabilidad limitada. En operación de planta, se observan dependencias de cálculo manual (eficiencia de procesos y acumulados), mientras que en gestión de conocimiento se detecta dificultad para consolidar lecciones aprendidas y cerrar retroalimentaciones. En generación de reportes, se constata latencia entre el cierre operativo y la disponibilidad de información.

4.3. Levantamiento de Requerimientos Funcionales

El levantamiento de requerimientos funcionales permite formalizar los objetivos, restricciones y criterios de aceptación de cada módulo de la solución. En una primera etapa se definieron requerimientos transversales, entre los que destacan la autenticación corporativa mediante cuentas de *Microsoft 365*, el control de acceso basado en roles, las validaciones de integridad (campos obligatorios, rangos y tipos de datos), la sincronización con *SharePoint*, la auditoría de cambios y la preservación del histórico de registros.

Sobre esta base se precisaron los requerimientos específicos de cada aplicación. El módulo de *Control Operacional* demanda precarga de información a partir de códigos maestros, ejecución de cálculos embebidos y un orden de llenado guiado para reducir errores. La aplicación de *Leciones Ex Post* requiere captura estructurada de hallazgos, consolidación centralizada y generación automática de evidencias. El componente de *Reportes Dinámicos* exige flujos de generación de archivos (HTML/JSON transformado en tablas dinámicas y posteriormente en PDF), almacenamiento gobernado y exposición analítica de la información a través de *Power BI*.

4.4. Diseño de la Solución en Power Platform

El diseño adopta una arquitectura modular, ya que en Power Apps como capa de presentación y lógica de interfaz, en la parte de SharePoint como repositorio transaccional y de documentos, en Power Automate el como orquestador de procesos (notificaciones, consolidaciones, conversión de formatos y gobernanza documental), y Power BI como capa analítica. La interfaz se organiza por contexto de tarea y rol, fomentando navegación directa y reducción de errores mediante deshabilitado de campos automáticos, mensajes de validación y confirmaciones explícitas. Se prioriza

el diseño responsivo y el acceso mediante vínculo y código QR.

4.5. Desarrollo e Integración de las Aplicaciones

El desarrollo implementa pantallas, colecciones y fórmulas en Power Apps que gobiernan visibilidad, activación de controles y validaciones. La integración con SharePoint se realiza mediante conectores nativos, listas normalizadas y metadatos para control de versiones e histórico. Power Automate implementa flujos asincrónicos para: sincronización de registros, envío de notificaciones, creación de vínculos compartibles, conversión de HTML/JSON a PDF y limpieza programada de temporales. Se adoptan prácticas de control de concurrencia y manejo de errores (reintentos, timeouts y bitácoras).

4.6. Validación, Marcha Blanca y Ajustes Iterativos

La validación contempla un conjunto estructurado de pruebas orientadas a verificar la funcionalidad, la calidad del dato y la estabilidad general del sistema. Esta etapa se desarrolla bajo un enfoque incremental, incorporando mecanismos de retroalimentación continua hasta alcanzar los criterios de aceptación definidos.

Etapas de validación funcional y QA.

El proceso de *Quality Assurance* (QA) tiene como propósito garantizar la conformidad técnica y funcional del sistema antes de su liberación a producción. Se ejecutan pruebas unitarias de componentes individuales (pantallas, colecciones, flujos) y pruebas integrales de procesos completos, evaluando la integridad, duplicidad y consistencia. Se validan los tiempos de carga y envío, la

ejecución de flujos automatizados, las reglas de negocio por rol y la correcta sincronización con SharePoint. Cada hallazgo se documenta en una bitácora de control de calidad, clasificando los incidentes por severidad y origen (funcional, diseño o infraestructura). Las correcciones se priorizan en función de su impacto operativo y se someten a una nueva revisión de QA antes de cerrar la iteración.

Etapas de marcha blanca.

Una vez superadas las pruebas de QA, el sistema se libera en entorno controlado para la etapa de *marcha blanca*, que corresponde a un período de operación supervisada con usuarios reales y escenarios productivos. Durante esta fase se monitorea el comportamiento del sistema en condiciones reales de uso: volumen de registros, carga simultánea, rendimiento de flujos, tiempos de respuesta y estabilidad general. Se evalúa la interacción del usuario final, la usabilidad de la interfaz, la efectividad de los mensajes de validación y la comprensión de los estados de carga y confirmación. Los comentarios de los usuarios se recopilan mediante formularios de retroalimentación y reuniones de observación directa, permitiendo detectar mejoras de experiencia y rendimiento.

Ajustes iterativos y estabilización.

Los resultados obtenidos de las pruebas funcionales, QA y marcha blanca alimentan un ciclo de mejora continua. Las acciones incluyen optimización de fórmulas, reordenamiento de flujos, ajuste de permisos, refinamiento de mensajes de error y de *loading states*, así como limpieza y depuración de temporales. La aprobación final del sistema considera el cumplimiento de todos los requerimientos funcionales y técnicos, la resolución de hallazgos críticos, la estabilidad en escena-

rios de carga realista y la validación de desempeño bajo los estándares definidos para producción.

5. Problemática general de la industria

La operación industrial contemporánea enfrenta un punto de quiebre entre la exigencia de decisión en tiempo real y un sustrato informacional que, todavía hoy, se apoya en registros manuales y repositorios fragmentados. La gestión operacional se sostiene con frecuencia en planillas locales, correos y procedimientos no versionados que dependen de la disciplina individual más que de reglas sistémicas. Este escenario origina datos con linaje incierto, demoras en la consolidación, inconsistencias entre áreas y dificultades para reconstruir el contexto de cada registro. La ausencia de un mecanismo único de captura y gobierno del dato provoca desalineamientos temporales entre lo que se registra en terreno, lo que se calcula en las oficinas y lo que finalmente se decide en la supervisión, ampliando la brecha entre operación y control.

El déficit de trazabilidad y control se expresa en tres dimensiones críticas. Primero, la capacidad de demostrar cumplimiento: sin evidencia documental gobernada y con versionado verificable, auditorías internas o externas derivan en búsquedas extensas, registros incompletos y conclusiones controvertibles. Segundo, la consistencia temporal: cuando el estado de una entidad (equipo, inducción, auditoría 5S, producción) se determina por reglas aplicadas manualmente, aparecen estados contradictorios, solapamientos de fechas y pérdidas de validez. Tercero, la integridad del dato maestro: al no existir validaciones en el punto de captura ni catálogos normalizados, se propagan errores de formato y codificación que contaminan cálculos, reportes y tableros analíticos.

A ello se suma un problema de *automatización no orquestada*. La industria adopta tareas “autónomas” de alto volumen que se ejecutan sin coordinación entre sí: formularios aislados, ma-

cross locales, exportaciones por correo y transformaciones artesanales. Estos mecanismos prometen rapidez, pero introducen un riesgo estructural: cualquier desviación o excepción queda fuera del radar, los flujos se duplican y la coherencia global se degrada. La consecuencia es una toma de decisiones reactiva, sostenida en datos desactualizados o no comparables, que encarece el control, prolonga ciclos de cierre y eleva la exposición a incumplimientos normativos.

La respuesta estratégica exige digitalizar la captura en el lugar donde el dato nace, imponer reglas explícitas de transición de estado, garantizar linaje documental con no repudio e integrar todo bajo una plataforma corporativa que permita orquestar eventos y automatizaciones con idempotencia y auditoría. Las aplicaciones descritas en esta memoria implementan esa respuesta de forma modular: cada solución resuelve un frente específico de operación, pero todas comparten criterios de gobierno, validaciones declarativas y modelos temporales coherentes, de modo que el conjunto constituya un sistema confiable para planificar, ejecutar, controlar y mejorar.

5.1. Aplicación Registro de Inducciones

Problemática específica: Registro de Inducciones

Los procesos de inducción tienden a operar con plantillas heterogéneas, agendas dispersas y firmas capturadas por canales informales. La asignación de actividades por cargo o área se realiza manualmente y, con ello, aparecen omisiones, duplicidades y reprogramaciones sin trazabilidad. La evidencia documental cuando existe suele residir en carpetas personales o enlaces compartidos sin control de acceso robusto ni metadatos obligatorios, lo que imposibilita reconstruir el linaje de cada firma y vincularla inequívocamente con su responsable. En contextos de fiscalización, esta debilidad se traduce en demoras para demostrar completitud, dificultades para probar no repudio y

discrepancias entre lo declarado y lo efectivamente ejecutado.

La falta de un calendario transaccional integrado deteriora el control preventivo. Sin una malla programática asociada a cada cargo, las jefaturas no pueden anticipar carga de capacitación ni verificar, en tiempo real, el estado de cumplimiento por unidad organizacional. La ausencia de reglas de transición de estado genera registros en condiciones ambiguas (*pendiente, en curso, firmada, cerrada*) con saltos no autorizados y, en los hechos, con pérdida de consistencia temporal. El proceso queda entonces expuesto a dos riesgos complementarios: habilitar operaciones con acreditación vencida y sostener decisiones de recursos humanos sobre datos incompletos o desalineados con la realidad operativa.

Desde una perspectiva sistémica, el problema no es sólo la captura de firmas, sino la gobernanza de todo el ciclo de vida: asignación, programación, ejecución, firma, cierre y resguardo documental. Sin esa gobernanza, el control interno pierde eficacia, la mejora continua se diluye y el costo de auditoría crece. La solución requiere una interfaz que normalice la captura, automatice la asignación por perfil, refuerce validaciones en tiempo real y preserve la evidencia con versionado y metadatos consistentes, de modo que cada inducción sea verificable, reproducible y oportuna.

Propósito y alcance

La aplicación *Registro de Inducciones* centraliza la gestión de capacitaciones obligatorias para personal interno y contratistas, con control por rol, integridad de datos y trazabilidad completa de evidencias. El alcance contempla: alta de colaboradores, asignación automática de actividades según cargo, agenda y responsables, registro de firmas, reprogramaciones justificadas y consulta de histórico. La solución opera con credenciales corporativas y expone estado de conexión para orientar la operación en terreno.

Arquitectura funcional y modelo de datos

La arquitectura funcional de la aplicación *Registro de Inducciones* se estructura bajo un enfoque modular y escalable, orientado a mantener la coherencia entre las capas de presentación, procesos y datos. Cada componente de la plataforma Microsoft Power Platform cumple un rol específico dentro del flujo operacional, garantizando la trazabilidad, la integridad y la seguridad de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de las inducciones.

Arquitectura funcional. El diseño arquitectónico posiciona a los servicios de la plataforma de la siguiente manera:

- **Power Apps:** actúa como la capa de presentación e interacción con el usuario. Desde esta aplicación se gestionan los formularios de registro, asignación, seguimiento y firma de inducciones. La lógica declarativa implementada mediante fórmulas controla la visibilidad de campos, la obligatoriedad de datos, los permisos por rol y los estados operativos de cada registro.
- **SharePoint Online:** funciona como el repositorio central de información y constituye la base de datos transaccional y documental del sistema. A través de listas normalizadas se almacenan registros de colaboradores, actividades, firmas y evidencias, con control de versiones y auditoría nativa.
- **Power Automate:** cumple el rol de orquestador de procesos. Los flujos automatizados gestionan la asignación de actividades, el envío de notificaciones, la actualización de estados, la consolidación de reportes y la depuración programada de archivos temporales, garantizando así la sincronización y consistencia entre las distintas capas del sistema.

Modelo de datos. El modelo de datos se diseña con estructura relacional y dependencias jerárquicas que aseguran la integridad referencial entre colaboradores, cargos y actividades. La información se organiza en listas principales que definen los dominios funcionales del sistema:

- **Colaboradores:** Almacena los datos maestros de los trabajadores, incluyendo identificación, cargo, área, jefatura y tutor asignado. Cada registro contiene referencias hacia sus actividades y firmas correspondientes.
- **Malla segun cargo:** Define la relación entre el cargo y las actividades obligatorias asociadas, estableciendo parámetros de duración, tipo de inducción, modalidad (presencial o virtual) y periodicidad de actualización.
- **Inducciones Asignadas:** Contiene el plan operativo de inducciones por colaborador. Registra fechas programadas, horas planificadas, responsables designados, estado del proceso (pendiente, en curso, firmada, cerrada) y observaciones de cumplimiento.
- **Firmas:** Conserva la evidencia digital de cada firma registrada, asociando usuario, rol firmante, fecha, hora y referencia al registro de inducción. Este módulo respalda el principio de no repudio y permite auditorías verificables.
- **Diccionario/Parámetros:** Agrupa valores de configuración, textos institucionales, plantillas HTML utilizadas en notificaciones y parámetros dinámicos empleados por los flujos automatizados.

Cada lista incorpora columnas de auditoría (*CreatedBy*, *ModifiedBy*, *Created*, *Modified*), así como políticas de no edición posterior a la firma o cierre de la inducción, resguardando la integridad y el linaje de los datos. El diseño garantiza independencia lógica, mantenibilidad y

posibilidad de integración futura con sistemas externos como ERP o plataformas de gestión de personal, para efectos de ruteo de datos y guardado en distintas listas se utiliza *Identity* el cual puede mediante un código enlazar los datos.

En conjunto, esta arquitectura favorece la escalabilidad del sistema, la gobernanza del dato y la eficiencia operativa, permitiendo que las distintas capas de la solución trabajen de forma sincronizada bajo un modelo seguro, auditable y orientado a la mejora continua.

Flujo operacional

El flujo operacional de la aplicación *Registro de Inducciones* se diseña para garantizar la continuidad lógica del proceso, la coherencia del dato y la trazabilidad de las acciones realizadas por cada actor. La secuencia se estructura en torno al ciclo de vida de una inducción, desde el registro inicial del colaborador hasta la consolidación del cumplimiento final.

En la primera instancia, el usuario con rol **Administrador** accede al módulo *Nuevo Ingreso*, donde se ingresan los datos del trabajador y se valida que los campos críticos como nombre, correo, RUT, cargo, jefatura y tutor cumplan con los formatos establecidos. De forma automática, el sistema consulta la lista *Malla segun cargo* y asigna las actividades correspondientes al perfil seleccionado, evitando omisiones y manteniendo consistencia entre áreas.

Cada actividad se agenda con fecha, horario y responsable designado, habilitando la trazabilidad del cumplimiento. La lógica interna impide la creación de registros duplicados y activa controles de rango temporal para asegurar la coherencia de las horas programadas. Los campos de tiempo, duración y responsables quedan sujetos a validación inmediata antes de permitir el guardado.

Durante la etapa de ejecución, los usuarios con rol de **Responsable, Tutor o Jefatura**

registran las firmas correspondientes. La firma del trabajador puede realizarse desde cualquier dispositivo corporativo, siempre bajo autenticación Microsoft 365, garantizando la unicidad de la evidencia. Al completarse la firma, el flujo automatizado en Power Automate actualiza el estado de la inducción y bloquea la edición de los campos asociados, preservando la integridad del registro.

En caso de requerir modificaciones, el sistema permite únicamente acciones de **reprogramación** o **ajuste justificado**, las cuales deben acompañarse de un motivo y quedan registradas con usuario, fecha y hora en la bitácora de auditoría. Esta condición evita alteraciones no controladas y mantiene trazabilidad documental completa.

Las restricciones de la aplicación se sustentan en los siguientes principios:

- **Integridad del dato:** Todos los campos obligatorios poseen validación de tipo y formato. Las relaciones jerárquicas entre colaborador, cargo y actividades se verifican automáticamente.
- **No repudio de la firma:** Una vez registrada una firma válida, la inducción cambia a estado *firmada* y su edición queda deshabilitada.
- **Control de flujo:** Los estados operativos siguen una transición secuencial predefinida (*pendiente* → *en curso* → *firmada* → *cerrada*), evitando saltos o cierres no autorizados.
- **Trazabilidad y auditoría:** Cada acción relevante (creación, firma, reprogramación o cierre) genera un registro en la bitácora con identificador único, usuario y sello temporal.
- **Usabilidad y experiencia de usuario:** La interfaz responde de manera dinámica al rol y estado del proceso, mostrando únicamente las opciones habilitadas y entregando mensajes de confirmación o advertencia claros.

Este diseño funcional asegura que el proceso de inducción mantenga coherencia entre los

distintos actores involucrados, reduzca el riesgo de errores operativos y consolide un entorno controlado, auditable y alineado con las políticas corporativas de seguridad y cumplimiento.

Interfaz y navegación

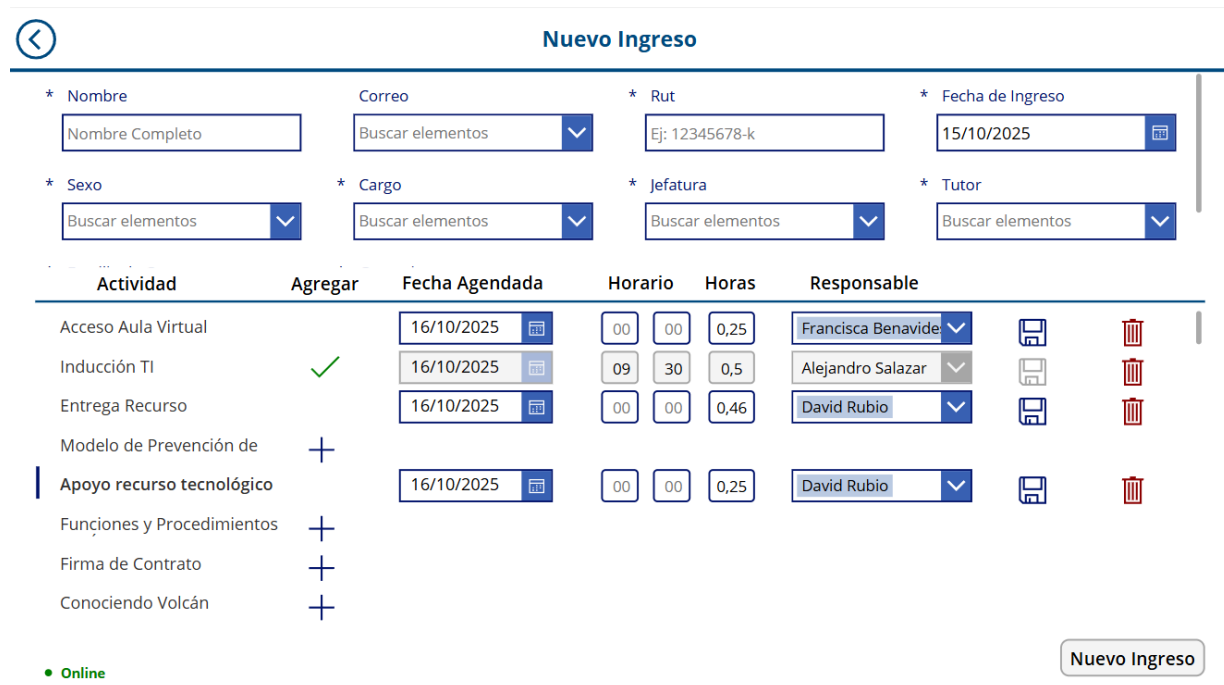
La interfaz principal de la aplicación *Registro de Inducciones* se organiza en un entorno modular, diseñado para optimizar la experiencia del usuario y reducir los tiempos de interacción. La pantalla inicial actúa como un panel de control que agrupa los accesos directos a las secciones *Gestión de Personal*, *Inducciones*, *Responsables* y *Nuevo Ingreso*.



Figura 4: Pantalla principal de la aplicación *Registro de Inducciones*: accesos modulares, control de rol y estado de conexión en tiempo real.

Cada módulo se despliega en función del rol autenticado, mostrando únicamente las opciones disponibles para el perfil del usuario. El formulario de alta incluye campos obligatorios, validaciones de formato y selección de datos mediante listas normalizadas, junto con una agenda dinámica que permite definir actividades, horarios y responsables. La aplicación mantiene un indicador visible de conectividad en tiempo real, lo que facilita su uso en entornos industriales o con

conectividad intermitente.



Nuevo Ingreso

* Nombre: Correo: * Rut: * Fecha de Ingreso:

* Sexo: * Cargo: * Jefatura: * Tutor:

Actividad	Agregar	Fecha Agendada	Horario	Horas	Responsable
Acceso Aula Virtual		16/10/2025	00 00	0,25	Francisca Benavide
Inducción TI	✓	16/10/2025	09 30	0,5	Alejandro Salazar
Entrega Recurso		16/10/2025	00 00	0,46	David Rubio
Modelo de Prevención de	+				
Apoyo recurso tecnológico		16/10/2025	00 00	0,25	David Rubio
Funciones y Procedimientos	+				
Firma de Contrato	+				
Conociendo Volcán	+				

● Online

Nuevo Ingreso

Figura 5: Formulario *Nuevo Ingreso* con campos obligatorios, precarga de datos maestros y agenda por actividad.

Como se observa en la Figura 5, la interfaz del módulo *Nuevo Ingreso* permite registrar la información esencial del colaborador y generar automáticamente las actividades correspondientes según la malla asociada a su cargo. Esta pantalla incorpora validaciones en tiempo real, listas desplegables normalizadas y control de formato en campos críticos, asegurando consistencia en la captura de datos.

De manera complementaria, la Figura 20 evidencia la lógica implementada en el botón *Nuevo Ingreso*, donde se ejecuta la creación masiva de registros en la lista 'Registro Capacitación' mediante las funciones `ForAll` y `Patch`. Este procedimiento itera sobre los elementos seleccionados y envía de forma controlada los datos maestros del colaborador (fecha de ingreso, identificación, cargo, jefatura y tutor), junto con la información operativa de horario, duración y tipo de

inducción, garantizando un flujo estructurado y libre de duplicidades.



Gestión de Inducciones: Genesis Placencio

Actividad	Tipo de Induccion	Responsable	Hora	Fecha Agendada	Responsable	Trabajador
Firma de Contrato	A la Organización	Rocio Sandoval	15:00	07/04/2025	✓	  
Conociendo Volcán	Corporativa	Capacitacion	09:45	07/04/2025	✓	✓  
Código de Etica	Corporativa	Capacitacion	10:15	07/04/2025	✓	✓  
Calidad	Corporativa	Capacitacion	13:00	07/04/2025	✓	✓  
Ley Karin	Corporativa	Capacitacion	17:30	07/04/2025	✓	  
Acceso Aula Virtual	A la Organización	Francisca	09:30	07/04/2025	✓	  
Seguridad y Salud	Corporativa	Capacitacion	11:00	07/04/2025	✓	  

Firma Responsable



Firma Trabajador



● Online

Ingresar Firmas

Figura 6: Módulo *Gestión de Inducciones*: registro de firma digital de responsable y trabajador, con trazabilidad por actividad y fecha.

Por otra parte, la Figura 21 muestra la rutina de registro de firmas en Power Apps, donde se utiliza la función `UpdateIf` para actualizar condicionalmente las evidencias del responsable y del trabajador. Cada firma se transforma a formato JSON utilizando la opción `IncludeBinaryData`, lo que permite almacenar la imagen codific

Notificación y agenda automática Power Automate

En Power Automate, al crearse un elemento en la lista **Inducciones Asignadas**, un flujo dirigido por eventos ejecuta de forma automática la notificación y la agenda de la actividad, se crea una cita en el calendario del responsable de capacitación con fecha, hora, ubicación y recordatorios, y se envía un correo al responsable y otro al trabajador con el detalle operativo y el vínculo

al registro en SharePoint. El flujo valida rol y estado antes de actualizar la inducción, almacena el identificador del evento para asegurar idempotencia, limita la concurrencia para evitar duplicados y registra telemetría y errores con reintentos controlados, manteniendo trazabilidad técnica y funcional del proceso.

Seguridad y cumplimiento

El acceso se gobierna por autenticación Microsoft 365, permisos a nivel de listas y control de vínculos. Las evidencias de firma se almacenan con metadatos de procedencia, por tanto, las publicaciones siguen un flujo de aprobación y las restauraciones ante fallas se respaldan con versiones y registros de actividad.

5.2. Aplicación Programa 5S

Problemática específica: Programa 5S

Las auditorías 5S suelen ejecutarse con instrumentos de medición que varían entre áreas y turnos: planillas en papel, archivos locales y criterios interpretados de forma distinta por cada auditor. Esta variabilidad impide comparar períodos, erosiona la estandarización y desancla la retroalimentación de la evidencia fotográfica que la sustenta. El resultado es un sistema que informa tarde y mal: la consolidación mensual se retrasa por conciliaciones manuales; los hallazgos se diluyen sin seguimiento y las acciones correctivas se pierden en cadenas de correo sin compromiso verificable.

El problema fundamental es de *coherencia operacional*. Sin un modelo de datos común y sin flujos de cierre definidos, la organización no puede demostrar si las brechas se corrigen ni si los

hábitos de orden, limpieza y disciplina se sostienen en el tiempo. La falta de publicación analítica conectada a la fuente transaccional deja la priorización a merced de reportes manuales, propensos a errores de cálculo y sesgos de muestreo que ocultan los verdaderos cuellos de botella.

En términos de desempeño, la consecuencia es doble: por un lado, la cultura 5S pierde poder disciplinario al no existir un lazo corto entre evaluación, retroalimentación y verificación; por otro, se desperdicia información que podría nutrir iniciativas de mantenimiento autónomo, seguridad y mejora continua. Superar esta brecha exige una captura homogénea en terreno con validaciones declarativas, un ciclo de vida claro para cada auditoría, resguardo de evidencias con linaje verificable y tableros que publiquen resultados en tiempo cercano a real para anclar la accountability en indicadores objetivos.

Propósito y alcance

La aplicación *Programa 5S* se implementa como una herramienta digital que permite gestionar, controlar y dar trazabilidad a las auditorías de orden, limpieza y disciplina operativa realizadas en las distintas plantas y áreas de la organización. Su propósito es fortalecer la cultura de mejora continua mediante la digitalización de los procedimientos asociados a la metodología japonesa 5S: *Seiri* (clasificar), *Seiton* (ordenar), *Seiso* (limpiar), *Seiketsu* (estandarizar) y *Shitsuke* (disciplinar). El alcance de la solución incluye la planificación de auditorías, la ejecución de evaluaciones en terreno, la generación de observaciones, el registro de evidencias fotográficas y la publicación de resultados mediante tableros analíticos en Power BI. De esta forma, se elimina la dependencia de planillas manuales y se asegura consistencia, transparencia y trazabilidad integral del proceso.

Arquitectura funcional y modelo de datos

La arquitectura funcional del *Programa 5S* se diseña bajo un enfoque modular, escalable y completamente integrado a Microsoft Power Platform. Este modelo permite mantener una coherencia operativa entre la captura de datos, la automatización de flujos y la analítica de resultados, asegurando un funcionamiento homogéneo y confiable en toda la organización.

Arquitectura funcional. El sistema se compone de los siguientes componentes principales:

- **Power Apps:** constituye la capa de interacción principal con el usuario, donde se ejecutan las auditorías, se ingresan los puntajes y observaciones, y se adjuntan evidencias. La interfaz, diseñada con enfoque responsivo, se adapta a distintos dispositivos y perfiles de usuario (auditor, supervisor o líder de área).
- **SharePoint Online:** opera como el repositorio de datos y documentos, alojando las listas que contienen los registros de auditorías, criterios, evidencias y resultados históricos. Su estructura normalizada permite asegurar integridad referencial y versionamiento controlado.
- **Power Automate:** funciona como orquestador de los flujos de negocio, automatizando notificaciones, consolidaciones de resultados, actualizaciones en Power BI y seguimiento de auditorías pendientes y reportes en tiempo real.
- **Power BI:** consolida y visualiza los indicadores de cumplimiento, evolución temporal y desempeño por planta o área, mediante dashboards interactivos que facilitan la toma de decisiones informadas.

Modelo de datos. El modelo de datos del *Programa 5S* se estructura en listas interconectadas que garantizan consistencia, control de versiones y trazabilidad. Las principales son:

- **Auditorías 5S:** almacena la información principal de cada auditoría, incluyendo planta, área, fecha, auditor responsable, nivel de cumplimiento y observaciones.
- **Criterios 5S:** define los parámetros de evaluación según las cinco categorías del método 5S, junto con sus ponderaciones y escalas de calificación.
- **Evidencias:** conserva los archivos fotográficos y documentos asociados a cada auditoría, con metadatos de usuario, fecha, hora y ubicación.
- **Histórico de Evaluaciones:** consolida los resultados de auditorías pasadas, permitiendo la comparación entre períodos y el análisis de evolución por planta.
- **Parámetros del Sistema:** incluye configuraciones generales, valores límite de cumplimiento y textos institucionales empleados en notificaciones y reportes.

Todas las listas incorporan campos de auditoría (*CreatedBy*, *ModifiedBy*, *Created*, *Modified*) y aplican políticas de control de versiones y bloqueo posterior al cierre, lo que garantiza la trazabilidad y la confiabilidad de la información registrada.

Flujo operacional

El flujo operacional del *Programa 5S* sigue una secuencia estructurada desde la creación de la auditoría hasta la consolidación de resultados y publicación de indicadores en Power BI. El proceso inicia con la planificación de la evaluación por parte del auditor o responsable del área, quien registra la planta, la fecha y los sectores a inspeccionar. La aplicación genera automáticamente las

categorías correspondientes a las 5S y habilita los campos para la evaluación. Durante la ejecución, el auditor asigna una calificación a cada criterio, adjunta fotografías de respaldo y redacta observaciones o recomendaciones. Al finalizar, el sistema calcula el porcentaje global de cumplimiento en función de las ponderaciones definidas y clasifica la auditoría como “cumplimiento alto”, “medio” o “bajo”. El flujo continúa con el cierre de la auditoría, lo que desencadena la notificación automática a los responsables del área evaluada y la actualización de los datos consolidados en Power BI. De esta forma, el proceso mantiene un ciclo continuo de planificación, ejecución, evaluación, mejora y verificación, alineado con la filosofía de mejora continua del método 5S.

Interfaz y navegación

La aplicación *Programa 5S* presenta una interfaz estructurada y orientada a la simplicidad de uso, diseñada para facilitar la ejecución de auditorías tanto en entornos operacionales como administrativos. La navegación principal se organiza en módulos que agrupan las distintas etapas del proceso: inicio, selección del tipo de auditoría, ejecución de formularios y visualización de resultados consolidados.



Figura 7: Pantalla de inicio de la aplicación *Programa 5S*: selección entre módulos *5S Operacional* y *5S Office*.

La pantalla inicial (Figura 7) permite al usuario elegir entre dos entornos de evaluación: *5S Operacional*, orientado a las plantas productivas, y *5S Office*, enfocado en las áreas administrativas. Esta separación funcional garantiza que los criterios aplicados y las ponderaciones sean coherentes con el tipo de entorno evaluado.

Al acceder a la sección *5S Operacional*, la aplicación despliega un menú de formularios correspondientes a cada una de las cinco etapas del método japonés: *1S Despejar*, *2S Ordenar*, *3S Limpiar*, *4S Estandarizar* y *5S Autodisciplina*. Cada formulario conserva un diseño homogéneo, con preguntas cerradas, selección de puntaje y campos para observaciones.

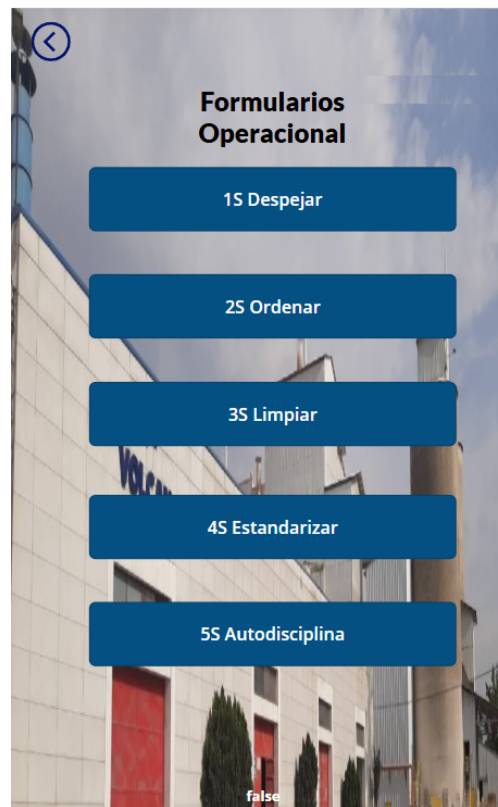


Figura 8: Menú de formularios operacionales del *Programa 5S*, con acceso directo a cada etapa del método.

El formulario de auditoría (Figura 8) integra componentes que permiten registrar información general de la evaluación, como sucursal, área, fecha, auditor líder y tipo de auditoría. Cada pregunta está asociada a un criterio 5S específico y se califica en una escala de tres valores (0, 5 y 10), representando el grado de cumplimiento observado. Los campos de observación permiten documentar hallazgos y comentarios complementarios, mientras que los selectores garantizan uniformidad en el registro y reducen errores de digitación.

 **Auditoria 5S Autodisciplina**

* Sucursal

* Area

* Fecha Ingreso

* Resp. Area

Resp. Area Externo

* Auditor lider

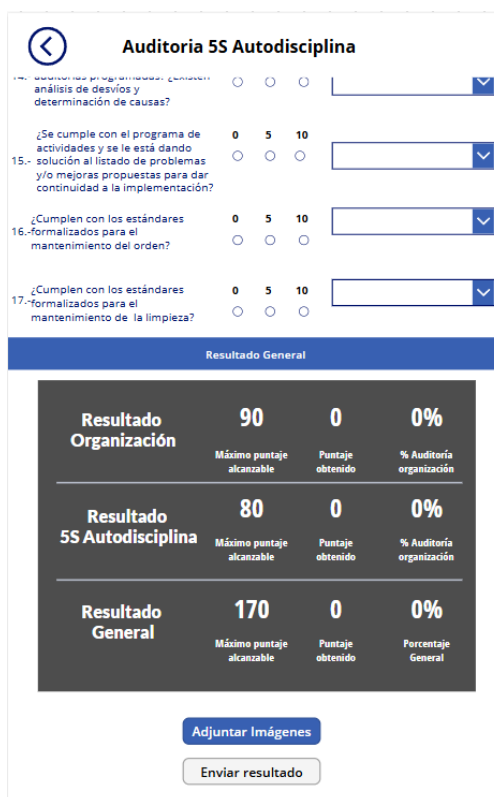
* Auditor COLAB

* Tipo de Auditoría

Organización	Puntaje	Observación
1.- ¿Está conformado el equipo de trabajo?	0 5 10 ☐ ☐ ☐	
2.- ¿El equipo tiene Mural?	0 5 10 ☐ ☐ ☐	
3.- ¿El equipo tiene líder y sub-líder?	0 5 10 ☐ ☐ ☐	
4.- ¿Está definida el área de responsabilidad?	0 5 10 ☐ ☐ ☐	
5.- ¿Los integrantes pueden mencionar las 5S y en orden?	0 5 10 ☐ ☐ ☐	
¿Los integrantes conocen la	0 5 10	

Figura 9: Formulario de evaluación *5S Autodisciplina*: estructura de preguntas, puntuación y observaciones.

Durante el proceso de evaluación, la aplicación ejecuta cálculos automáticos que actualizan el porcentaje de cumplimiento a medida que se ingresan los puntajes. El sistema consolida los resultados por categoría y muestra un panel resumen en la parte inferior del formulario, el cual indica el puntaje máximo alcanzable, el obtenido y el porcentaje general de cumplimiento.



The screenshot shows a web form titled "Auditoria 5S Autodisciplina". It contains several sections for data entry and a summary table.

Form Sections:

- 14.- ¿Se cumple con el programa de actividades y se le está dando solución al listado de problemas y/o mejoras propuestas para dar continuidad a la implementación? (0, 5, 10 scale)
- 15.- ¿Cumplen con los estándares formalizados para el mantenimiento del orden? (0, 5, 10 scale)
- 16.- ¿Cumplen con los estándares formalizados para el mantenimiento de la limpieza? (0, 5, 10 scale)

Resultado General Table:

Categoría	Máximo puntaje alcanzable	Puntaje obtenido	% Auditoría organización
Resultado Organización	90	0	0%
Resultado 5S Autodisciplina	80	0	0%
Resultado General	170	0	0%

Buttons:

- Adjuntar Imágenes
- Enviar resultado

Figura 10: Resumen de resultados por categoría y consolidado general del proceso de auditoría.

La Figura 10 muestra el módulo de consolidación automática de resultados, donde los indicadores de cumplimiento se calculan en tiempo real según las puntuaciones asignadas en cada criterio. Esta visualización inmediata facilita la interpretación de resultados por parte del auditor y permite validar el desempeño del área antes de enviar el reporte final. El formulario finaliza con la opción de adjuntar imágenes de respaldo y enviar los resultados, activando el flujo automatizado en Power Automate para registro y notificación.

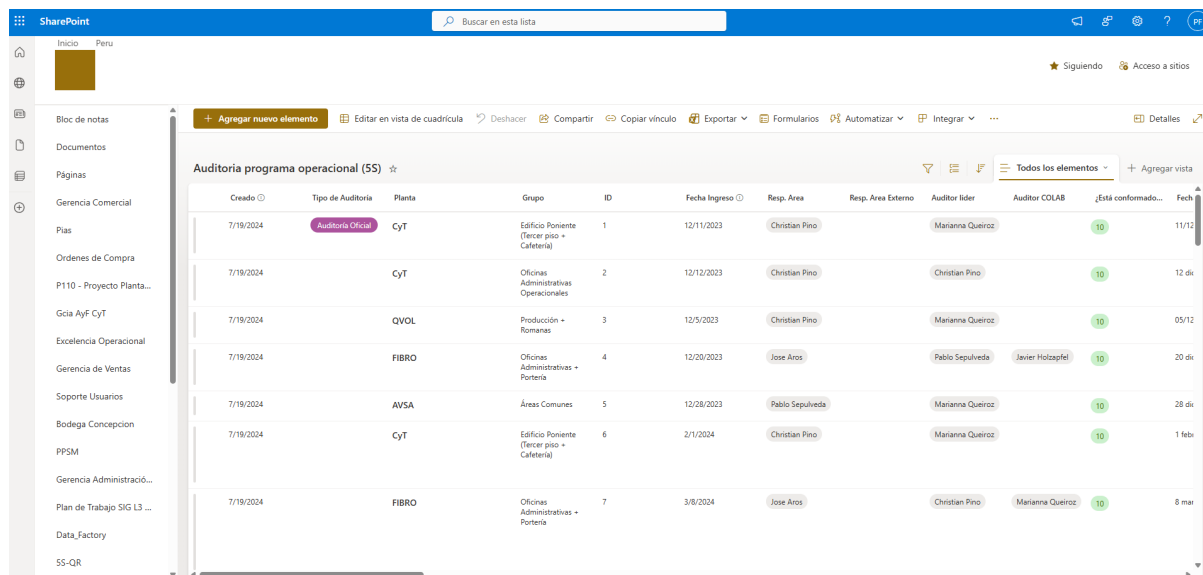
En su conjunto, la interfaz del *Programa 5S* integra simplicidad visual, validaciones automáticas y trazabilidad completa, asegurando una experiencia de uso intuitiva y alineada con las buenas prácticas de digitalización de procesos industriales.

Notificación y consolidación automática Power Automate

El módulo de automatización en Power Automate cumple un rol esencial dentro del sistema, al permitir la comunicación inmediata entre los actores del proceso y la sincronización automática de la información. Cada vez que se crea o actualiza una auditoría en la lista `Auditorías 5S`, el flujo ejecuta una serie de acciones secuenciales: envía notificaciones por correo electrónico al auditor responsable y al líder del área auditada, incluye el enlace directo al registro en SharePoint y adjunta un resumen de resultados. Una vez cerrada la auditoría, el flujo actualiza la lista `Histórico de Evaluaciones`, recalcula los promedios globales, actualiza las métricas en Power BI y genera recordatorios automáticos para auditorías pendientes. Estos procesos se registran con control de idempotencia, evitando duplicaciones y asegurando trazabilidad completa de cada acción ejecutada.

Integración SharePoint y Power BI

El ecosistema del *Programa 5S* se integra completamente en Microsoft 365, utilizando SharePoint Online como repositorio transaccional y Power BI como plataforma de análisis y visualización. Esta integración garantiza la sincronización continua entre los registros operativos y los indicadores estratégicos, reduciendo los tiempos de consolidación y eliminando la duplicidad de fuentes de información.



The screenshot shows the SharePoint Online interface. On the left is a navigation pane with links to 'Inicio', 'Peru', 'Bloc de notas', 'Documentos', 'Páginas', 'Gerencia Comercial', 'Pias', 'Ordenes de Compra', 'P110 - Proyecto Planta...', 'Gcia AyF CyT', 'Excelencia Operacional', 'Gerencia de Ventas', 'Soporte Usuarios', 'Bodega Concepcion', 'PPSM', 'Gerencia Administració...', 'Plan de Trabajo SIG L3 ...', 'Data_Factory', and '5S-QR'. The main content area displays a list titled 'Auditoria programa operacional (5S)' with a star icon. Above the list are buttons for '+ Agregar nuevo elemento', 'Editar en vista de cuadrícula', 'Deshacer', 'Compartir', 'Copiar vínculo', 'Exportar', 'Formularios', 'Automatizar', 'Integrar', and 'Detalles'. The list has columns: 'Creado', 'Tipo de Auditoria', 'Planta', 'Grupo', 'ID', 'Fecha Ingreso', 'Resp. Área', 'Resp. Área Externo', 'Auditor líder', 'Auditor COLAB', '¿Está conformado...', and 'Fecha'. The data rows are as follows:

Creado	Tipo de Auditoria	Planta	Grupo	ID	Fecha Ingreso	Resp. Área	Resp. Área Externo	Auditor líder	Auditor COLAB	¿Está conformado...	Fecha
7/18/2024	Auditoria Oficial	CyT	Edificio Poniente (Tercer piso + Cafetería)	1	12/11/2023	Christian Pino		Mariana Queiroz		10	11/12
7/18/2024		CyT	Oficinas Administrativas Operacionales	2	12/12/2023	Christian Pino		Christian Pino		10	12 dic
7/18/2024		QVOL	Producción + Romanas	3	12/5/2023	Christian Pino		Mariana Queiroz		10	05/12
7/18/2024		FIBRO	Oficinas Administrativas + Porteria	4	12/26/2023	Jose Aros		Pablo Sepulveda	Javier Holzapfel	10	20 dic
7/18/2024		AVSA	Áreas Comunes	5	12/28/2023	Pablo Sepulveda		Mariana Queiroz		10	28 dic
7/18/2024		CyT	Edificio Poniente (Tercer piso + Cafetería)	6	2/1/2024	Christian Pino		Mariana Queiroz		10	1 febr
7/18/2024		FIBRO	Oficinas Administrativas + Porteria	7	3/8/2024	Jose Aros		Christian Pino	Mariana Queiroz	10	8 mar

Figura 11: Vista de la lista *Auditoría Programa Operacional (5S)* en SharePoint Online: almacenamiento centralizado y control de auditorías por planta, área y responsable.

La Figura 11 muestra la lista principal de SharePoint, donde se almacenan los registros de auditorías operacionales. Cada elemento contiene información estructurada, como tipo de auditoría, planta, grupo, fecha, responsable, auditores y calificaciones parciales. Esta estructura permite a los equipos de calidad y excelencia operacional mantener un control histórico de las auditorías realizadas, generar trazabilidad entre evaluaciones y habilitar filtros dinámicos por periodo, área o responsable. SharePoint actúa también como punto de origen de datos para Power BI, lo que permite un flujo automático y seguro entre la captura y el análisis.

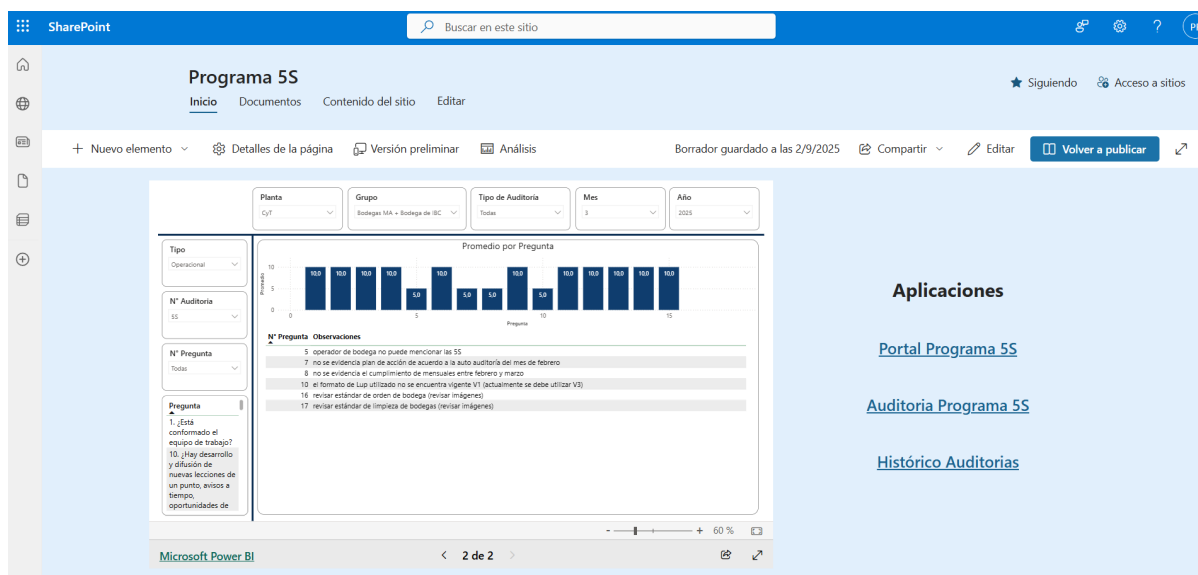


Figura 12: Dashboard Power BI embebido en SharePoint: promedio de cumplimiento por pregunta, tendencias y observaciones registradas.

La Figura 12 muestra el panel analítico del *Programa 5S* embebido en SharePoint, construido sobre Power BI. El tablero permite visualizar el promedio de cumplimiento por pregunta, filtrar por planta, grupo, tipo de auditoría y periodo, y desplegar observaciones específicas asociadas a cada criterio evaluado. Los filtros interactivos facilitan el análisis comparativo entre plantas o áreas, permitiendo identificar rápidamente oportunidades de mejora y niveles de desempeño. El gráfico de barras superior resume los resultados globales, mientras que la tabla inferior detalla los comentarios y desviaciones detectadas durante las auditorías, fomentando la transparencia y la retroalimentación inmediata entre los equipos evaluadores y las áreas auditadas.

La lógica de registro y consolidación de resultados se implementa directamente en Power Apps mediante funciones declarativas que permiten interactuar con la base de datos alojada en SharePoint. El proceso de envío de la auditoría se ejecuta a través del botón *Enviar resultado*, cuya estructura se detalla en el Anexo Figura 22. Dicho bloque de código emplea la función `Patch()` para insertar los registros en la lista 'Auditoría Operacional Office (5S)', gestio-

nando de forma simultánea los campos generales de la evaluación (sucursal, área, fecha, responsables y tipo de auditoría) junto con las observaciones y puntajes asociados a cada criterio. Las validaciones condicionales integradas en la lógica garantizan la consistencia de los datos, evitando registros incompletos o duplicados, y mantienen la integridad del proceso previo a la ejecución del flujo automatizado en Power Automate.

Esta integración nativa entre Power Apps, SharePoint y Power BI crea un ciclo de gestión completamente automatizado: los registros capturados en terreno se almacenan en tiempo real, se procesan mediante flujos en Power Automate y se reflejan instantáneamente en los tableros analíticos. De esta manera, el *Programa 5S* no solo digitaliza el proceso de auditoría, sino que transforma la información operativa en conocimiento accionable, fortaleciendo la toma de decisiones y consolidando un sistema de mejora continua sustentado en datos confiables y oportunos.

Seguridad y cumplimiento

El acceso a la aplicación está restringido a usuarios autenticados mediante Microsoft 365, con permisos controlados por rol. Los auditores tienen privilegios de creación y edición de registros, mientras que los responsables de área poseen permisos de visualización y descarga de reportes. Las listas de SharePoint aplican control de versiones, auditoría de cambios y políticas de retención documental. Las evidencias adjuntas se almacenan con metadatos de origen, garantizando la validez y autenticidad de los registros ante auditorías internas o externas. El cumplimiento de estos mecanismos asegura confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, alineándose con los estándares corporativos de seguridad de datos y gestión de calidad.

5.3. Aplicación Programa de Calibración y Verificación

Problemática específica: Programa de Calibración y Verificación

La gestión de equipos e instrumentos sujetos a control metrológico suele fragmentarse entre inventarios parciales, certificados en repositorios no gobernados y cálculos de vigencia ejecutados por cada usuario según su propio criterio. Esta fragmentación produce desviaciones sistémicas: próximos vencimientos mal calculados, equipos marcados como vigentes con certificados caducados, documentos no legibles, reemplazos sin versionado y vínculos rotos que impiden la trazabilidad. Cuando un visor no abre un PDF o el certificado se actualiza por fuera del sistema, el linaje se quiebra y deviene *imposible* demostrar cumplimiento de forma expedita.

El riesgo operativo es significativo. Un instrumento no vigente puede seguir en uso y contaminar mediciones, generar rechazos de producto, disparar reprocesos o, en el peor escenario, comprometer la seguridad. Desde el punto de vista del control, la carencia de reglas explícitas de transición y de un modelo temporal coherente produce estados inconsistentes entre listas y documentos, así como alertas duplicadas o ausentes. La indefinición de responsabilidades sobre el documento “activo” y la inexistencia de idempotencia en las notificaciones multiplican el ruido y degradan la confianza en el sistema.

Para revertir esta situación se requiere imponer una capa de parametrización central que defina periodicidades y umbrales de alerta; validar estrictamente las relaciones temporales entre fecha de calibración, próxima calibración y estado; forzar versionado con no repudio para todo reemplazo documental; y asegurar que la orquestación de avisos sea sensible a cambios relevantes y tolerante a errores de red. Sólo un esquema así permite sostener evidencia verificable, decisiones oportunas y continuidad operacional con riesgo controlado.

Propósito y alcance

La aplicación *Programa de Calibración y Verificación* centraliza el control de equipos e instrumentos que requieren calibraciones y verificaciones periódicas, asegurando trazabilidad documental, consistencia del dato y cumplimiento normativo. El alcance incluye: inventario técnico por planta/área, registro y actualización de certificados (PDF), cálculo de vigencia y próximos vencimientos, indicadores de cumplimiento y restricción de acciones según rol (Administrador, Editor, Visualizador). La solución opera con autenticación Microsoft 365 y almacenamiento gobernado en SharePoint Online.

Arquitectura funcional y modelo de datos

Arquitectura funcional.

- **Power Apps:** interfaz de usuario y lógica declarativa para búsqueda, filtros por planta/actividad/estado, edición controlada y carga/reemplazo de certificados en formato PDF.
- **SharePoint Online:** base de datos transaccional y repositorio documental con control de versiones, auditoría nativa y políticas de retención.
- **Power Automate:** orquestador de alertas y tareas programadas: notificación de próximos vencimientos, actualización de estados, telemetría y control de concurrencia/idempotencia.

La arquitectura modular favorece escalabilidad, separación de responsabilidades y futura integración con gestión de activos o mantenimiento.

Modelo de datos. El modelo mantiene integridad referencial entre equipos, certificados y eventos:

- **Equipos:** identificador, nombre, n.º de serie, código de identificación, actividad, planta, área, marca, modelo y responsable.
- **Calibraciones:** fecha de calibración, próxima calibración, período de validez, estado (*vigente/no cumple*), vínculo al PDF y observaciones.
- **Verificaciones:** fecha de verificación, próxima verificación, resultado/observaciones y vigencia.
- **Histórico de documentos:** versiones previas y metadatos (*Created, Modified*, usuario) para auditoría y no repudio.

Las validaciones cubren obligatoriedad, formato de fechas, duplicidad y coherencia temporal entre eventos, preservando el linaje del dato.

Flujo operacional

El flujo inicia con la selección de planta/área y la aplicación de filtros por *Cumplimiento, Estado del Equipo y Actividad*. La vista principal resume los equipos con indicadores visuales (verde: *Vigente*; rojo: *No cumple*). Al seleccionar *Ver*, el formulario despliega datos técnicos y el panel *Documento de Calibración* para previsualizar o reemplazar el PDF. Las modificaciones habilitadas dependen del rol. Al guardar, se recalcula la vigencia según la periodicidad declarada y se actualiza el estado del equipo. Los flujos automatizados registran el cambio, disparan notificaciones y consolidan telemetría para trazabilidad técnica.

Interfaz y navegación

La interfaz principal organiza la operación en torno a una vista de tabla filtrable y un formulario de detalle. El usuario inicia aplicando filtros por planta, área, estado de cumplimiento y actividad, o bien utilizando la búsqueda por prefijo para nombre de equipo y número de serie. La navegación evita recargas completas: los cambios en filtros disparan consultas delegables y actualizan la tabla en tiempo constante, manteniendo tiempos de respuesta estables incluso con miles de registros.

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN								
⏮ Buscar equipo: Cumplimiento: Todos ▼ Estado Equipo: Todos ▼ Actividad: Todos ▼ ⏮								
Ver	N°	Nombre Equipo	N° Serie	Cumplimiento	Estado del Equipo	Fecha calibración	Fecha próxima calibración	Fecha veri
	1	Densímetro de 1 a 1,2	2102	CUMPLE	VIGENTE	20/02/2025	20/02/2027	-
	2	Densímetro de 1,1 a 1,2	2711	CUMPLE	VIGENTE	20/02/2025	20/02/2027	-
	3	Balanza analítica	1117502214	CUMPLE	VIGENTE	26/02/2024	21/02/2026	09/10/2
	4	Balanza analítica	1117502214	NO CUMPLE	VIGENTE	-	-	09/10/2
	5	Equipo netzsch	401A0111-606001309	CUMPLE	VIGENTE	17/01/2024	17/01/2026	-
	6	Equipo netzsch	401A0111606001309	NO CUMPLE	VIGENTE	-	-	09/10/2
	7	Balanza granataria	P1852923	CUMPLE	VIGENTE	10/12/2024	24/12/2025	09/10/2
	8	Balanza granataria	P1852923	NO CUMPLE	VIGENTE	-	-	09/10/2
	9	Flexómetro patron (30 metros)	NA	CUMPLE	VIGENTE	10/06/2025	10/06/2027	-
	10	Flexometro 1	NA	CUMPLE	VIGENTE	-	-	12/09/2
	11	Flexometro 2	NA	CUMPLE	VIGENTE	-	-	12/09/2

Figura 13: Vista principal del *Programa de Calibración y Verificación*: buscador por equipo, filtros dinámicos (cumplimiento, estado, actividad) e indicadores visuales de vigencia. La tabla permite priorizar rápidamente los equipos *No cumple*.

En la Figura 13 se aprecia la codificación visual del estado: verde para *vigente* y rojo para *no cumple*. Esta codificación se calcula en tiempo real según la próxima fecha de calibración o verificación y se actualiza tras cualquier edición o reemplazo documental. Desde esta vista, el usuario accede al detalle mediante la acción *Ver*, que abre la ficha del equipo preservando el

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN

←

PDF

Guardar

N°
N° Serie
Cod. Identificación
Actividad
Nombre Equipo
Marca
Modelo
Fecha de verificación y/o calibración
Próxima verificación y/o calibración
Periodo de calibración y/o verificación
Estado del Equipo

2
2711
AVSA-CAL-AG-002
CALIBRACIÓN
Densímetro de 1,1 a 1,2
Alla
NA
20/02/2025
20/02/2027
24 meses
Vigente

DOCUMENTO CALIBRACIÓN

1 / 3

Certificado de Calibración: SMB-29985		Fecha de Emisión: 2025.02.20	Orden de Trabajo: 561851
DATOS DEL CLIENTE Y DEL INSTRUMENTO			
Cliente:			
Dirección:	Hidrometro "Lienasmet"		
Descripción del ítem:	Hidrometro "Lienasmet"		
Marca:	ALLA		
Modelo:	N.A.		
Serie y/o código interno:	2711	AVSA-CAL-AG-002	
Sello:	B 136880		
DATOS DE TRAZABILIDAD			
Patrón Utilizado:	Balanza	PT-100	Cilindro de cuarzo
Número de identificación:	MM-03	VM-40	SIC
Marca:			
Modelo:			
Certificado de Calibración:	SML-40722	UNT-087	3.33-2007A007
Próxima Calibración:	Enero-2026	Diciembre-2026	Junio - 2027
Emisión por:			
Trazabilidad Inmediata:			
DATOS DE CALIBRACIÓN			
Lugar de la calibración:			
Condiciones ambientales:			
Método / Procedimiento:	Gravimétrico / PCE 1317005-112		
Fecha de calibración:	2025.02.19		

Figura 15: Formulario de detalle del equipo: datos técnicos, fechas clave y panel de *Documento Calibración* con previsualización del PDF. El estado del equipo se actualiza automáticamente según vigencia.

El formulario de detalle ilustrado en la Figura 15 concentra la edición controlada por rol, las validaciones de consistencia temporal y la previsualización del certificado. La próxima fecha se calcula a partir de la periodicidad parametrizada y puede sugerirse al usuario cuando la entrada manual resulte incoherente. Al guardar, la lógica declarativa ejecuta validaciones en cliente, persiste los cambios en listas transaccionales y emite eventos que activan los flujos de notificación, dejando registro en bitácoras de operación y errores para garantizar trazabilidad end-to-end.

Automatización Power Automate

Los flujos eventuales se activan ante creación/edición de *Calibraciones* o *Verificaciones*:

- Envío de correos a responsables por vencimientos próximos, no conformidades y cambios críticos.

Departamento de Ingeniería Civil Industrial

56

- Registro de telemetría (usuario, fecha, operación) y actualización del estado de cumplimiento.
- Control de concurrencia e idempotencia para evitar duplicados y condiciones de carrera.

Estos mecanismos sostienen gobernanza del dato y oportunidad en la gestión del ciclo de calibración/verificación.

Integración SharePoint y Power BI

SharePoint actúa como origen único de datos y repositorio documental; Power BI consolida métricas de cumplimiento, equipos *no vigentes*, próximos vencimientos por planta/área y tendencia de hallazgos. La actualización se efectúa mediante *refresh* programado y filtros por periodo, actividad y estado, habilitando análisis comparativo y priorización de acciones.

Seguridad y cumplimiento

El acceso se rige por autenticación Microsoft 365 y permisos por rol:

- **Administrador:** gestión completa en todas las plantas.
- **Editor:** edición acotada a su planta/área.
- **Visualizador:** sólo lectura.

Las evidencias se almacenan con metadatos y versionado, garantizando confidencialidad, integridad y disponibilidad. Se aplican políticas de no edición posterior al cierre y retención documental conforme a auditorías internas/externas.

Parametrización y comportamiento del sistema

La aplicación se apoya en una capa de configuración alojada en SharePoint que gobierna su comportamiento sin despliegues adicionales. Al iniciar, Power Apps precarga en memoria los catálogos corporativos de planta, área, actividad y responsables, junto con las políticas de vigencia por actividad y los umbrales de alerta (por ejemplo, 30, 15 y 7 días). Esta precarga reduce latencia durante el uso y evita llamadas repetitivas; una sincronización discreta renueva estos valores a intervalos definidos para mantener consistencia. La convención de nombres de certificados, la estructura de carpetas y los metadatos obligatorios también se leen desde esta capa, lo que asegura que la operación represente un estándar único a nivel organizacional. La interfaz de la Figura 13 refleja esta parametrización en tiempo real, filtrando con precisión por planta, estado y actividad, sin sacrificar el rendimiento.

Ciclo de vida y reglas de negocio

El ciclo de vida de cada equipo inicia con su alta y asociación a la actividad regulatoria correspondiente (calibración, verificación o ambas). Cada evento posterior registra su fecha efectiva, calcula la próxima fecha aplicada a partir de la política declarada y vincula el documento respaldatorio. El estado operativo del equipo es derivado: con próxima fecha estrictamente posterior a la fecha actual el equipo queda *vigente*; en caso contrario, se clasifica como *no cumple*. Se contempla el estado *observado* para documentos ilegibles, con metadatos incompletos o inconsistentes. La transición entre estados queda registrada con sello de tiempo y usuario, manteniendo la trazabilidad hacia el documento asociado cuya gestión se observa en la Figura 14. En la ficha de detalle (Figura 15) se controlan edición y reemplazo documental según rol, y se recalcula la vigencia al

confirmar cambios.

Consistencia temporal y tratamiento de casos borde

El sistema aplica reglas de consistencia temporal estrictas: la próxima fecha no puede ser anterior a la fecha del evento y, cuando existe periodicidad parametrizada, debe derivarse de un corrimiento mensual respecto de la fecha actual del evento. Si el usuario intenta ingresar manualmente una próxima fecha que quebrante esta regla, la aplicación bloquea el guardado y sugiere el valor calculado. Para preservar coherencia histórica, no se permite registrar una calibración con fecha anterior a una verificación que todavía defina la vigencia del equipo, salvo que la política y el motivo justificado lo autoricen. Los equipos sin documento válido ingresan automáticamente a *no cumple*; cuando el documento existe pero no satisface validaciones mínimas (tipo, tamaño, legibilidad), el estado transita a *observado* hasta regularización.

Gestión documental, versionado y no repudio

La administración de certificados se realiza sobre una estructura de almacenamiento jerárquica por planta, área, equipo y año, con versionado mayor y menor habilitado. Cada reemplazo exige consignar un motivo y conserva la versión anterior enlazada al historial del equipo, lo que sustenta no repudio y auditorías posteriores. La convención de nombre integra identificador de equipo, número de serie, tipo de evento y fecha de emisión, facilitando búsquedas y correlación cruzada entre listas transaccionales y librerías documentales. La visualización del PDF ocurre desde la ficha de detalle; si el visor embebido no puede renderizarlo, se ofrece reemplazo guiado sin perder vínculo histórico. Los metadatos de carga (usuario, fecha, motivo) se registran y no se permiten enlaces anónimos compartibles; el acceso ocurre por identidad y permisos explícitos.

Resiliencia operativa, errores y bitácoras

La operación registra eventos en tres corrientes: una bitácora de operaciones para altas, ediciones, cambios de estado y reemplazos documentales; una bitácora de errores para excepciones de conectores, tiempos de espera y reintentos; y una bitácora de notificaciones con correlación de destinatarios y resultados de envío. En cliente, las validaciones se ejecutan previo a persistir cambios, y los fallos en `SubmitForm` detienen la transacción para evitar estados intermedios. En Power Automate, las acciones críticas se condicionan a cambios de campos relevantes y aplican reintentos con backoff exponencial, de modo que las alertas de vencimiento y los ajustes de estado no se dupliquen.

Rendimiento y delegación

El diseño de la pantalla principal emplea delegación sobre columnas de texto, elección y fecha, con búsqueda por prefijo en nombre de equipo y número de serie. La galería limita la ventana de registros y aplica paginación lógica por planta y área; los catálogos se precargan al abrir la aplicación, reduciendo viajes de red durante la navegación. La validación de adjuntos rechaza inmediatamente tipos no `application/pdf` o archivos que excedan el límite definido, evitando penalizaciones de carga innecesarias. En la práctica, estas medidas se traducen en filtrados y recomputos de estado en tiempo constante respecto del tamaño total del repositorio, incluso cuando las listas superan varios miles de entradas.

Operación con conectividad variable

La aplicación contempla escenarios de conectividad degradada propios del entorno industrial. Un indicador visible de red advierte al usuario y activa un modo de protección que deshabilita

acciones críticas como el reemplazo de certificados o confirmaciones que alteran vigencias. Al recuperar conectividad, la aplicación valida nuevamente los metadatos y las fechas antes de persistir los cambios, resolviendo colisiones por versión con la última información disponible en servidor. Este enfoque minimiza inconsistencias sin exigir un modelo completamente offline, que no sería compatible con el control de versiones ni el no repudio de documentos.

Orquestación y notificaciones en Power Automate

La orquestación se estructura en torno a eventos de creación y modificación de registros de calibración y verificación. Cuando cambian la próxima fecha o el documento asociado, el flujo recalcula la condición de vigencia y, si detecta vencimiento o proximidad a los umbrales, emite notificaciones al responsable técnico con copia al administrador de planta. Para preservar idempotencia, el flujo compone un identificador lógico a partir del equipo, la próxima fecha y el estado previo; si coincide con el último evento procesado, se descarta el envío. La concurrencia se limita por equipo, lo que evita condiciones de carrera cuando varias actualizaciones llegan con escasa separación temporal. Todo envío queda registrado en la bitácora de notificaciones y los errores se documentan con su correlación de registro.

Validación, marcha blanca y criterios de aceptación

La validación combina pruebas unitarias de la lógica de pantalla con pruebas integrales extremo a extremo. Un caso se considera exitoso cuando la confirmación de un evento calcula la próxima fecha según la periodicidad parametrizada, el estado resultante coincide con la regla corporativa, el documento queda versionado con metadatos completos y se emiten las notificaciones correspondientes sin duplicidad. La marcha blanca verifica además el comportamiento bajo car-

ga real: latencia de filtros, estabilidad del visor de PDF y eficacia de alertas de vencimiento en ventanas de 30 días. La evidencia se conserva mediante capturas de la ficha del equipo, historial documental y entradas de bitácora.

Extensibilidad e integración futura

El diseño modular habilita integraciones con sistemas de mantenimiento (CMMS) para generar órdenes de trabajo a partir del estado *no cumple*, así como lectores de códigos QR o NFC para abrir de inmediato la ficha del equipo en terreno y adjuntar evidencia desde dispositivos móviles. La aprobación avanzada de certificados mediante firmas reconocidas y la publicación de métricas de cumplimiento y vencimientos en tableros con actualización programada completan el itinerario natural de evolución. Estas extensiones no alteran el linaje de datos ni el modelo de seguridad actual, por lo que pueden incorporarse progresivamente sin riesgo para la trazabilidad.

5.4. Formularios de Producción AVSA

Problemática específica: Formularios de Producción AVSA

La captura de producción en planta concentra múltiples fuentes de error cuando depende de digitación manual, catálogos no normalizados y metas que cambian sin versionamiento temporal. La codificación de productos (código SAP), las dimensiones técnicas y los destinos comerciales varían entre líneas y períodos; sin precarga y validaciones, se registran combinaciones imposibles, formatos inconsistentes y rangos fuera de especificación. Los formularios locales, además, no resuelven el linaje de parámetros de entorno: metas diarias, horas, límites y fórmulas se modifican ad-hoc y luego es inviable reconstruir qué valores estaban vigentes al registrar un lote o al calcular

un indicador.

Este ruido informacional imposibilita cierres diarios confiables y análisis de tendencia comparables. Las discrepancias entre turnos se vuelven moneda corriente, los acumulados requieren correcciones manuales y los tableros heredan errores que escalan a nivel ejecutivo. En paralelo, la falta de un *histórico* navegable por fecha y contexto impide auditar rápidamente los eventos recientes y resolver controversias operativas con evidencia objetiva.

La solución debe atacar el problema en el punto de captura y en el tiempo: normalizar el modelo por proceso, precargar atributos por código SAP, imponer máscaras y rangos, y versionar cada modificación de variables de entorno para que toda cifra sea interpretable en su contexto. Con ello, la organización recupera comparabilidad longitudinal, reduce retrabajo y ancla la mejora continua en datos confiables y oportunos.

Propósito y alcance

La aplicación *Formularios de Producción AVSA* digitaliza el ingreso operacional en planta y reemplaza planillas dispersas por un registro único, gobernado y trazable. Consolida cuatro procesos de captura (*Producción por Producto*, *Eficiencia Binder*, *Informe de Producción*, *Reciclado*) y un módulo de *Modificar variables de entorno*. Opera con autenticación Microsoft 365 y persistencia en listas de SharePoint; ejecuta cálculos en la interfaz y expone un *histórico* por formulario para auditar registros recientes.

Arquitectura funcional y modelo de datos

La arquitectura separa presentación, proceso y datos. Power Apps gobierna la interfaz y las validaciones declarativas; SharePoint actúa como repositorio transaccional con control de ver-

siones y auditoría; y Power Automate orquesta notificaciones y sincronizaciones específicas. El modelo está normalizado en listas por proceso con claves de tiempo, turno y producto (código SAP), además de tablas de parámetros para metas, horas y catálogos de dimensiones (planta, área, categorías). Esta modularidad permite ajustar reglas de negocio sin redeploy y mantener integridad referencial.

Interfaz y navegación

La navegación inicia en un hub de selección que unifica el acceso a todos los formularios y muestra el estado de conexión. El usuario elige el proceso a registrar y avanza con un botón de navegación; la app conserva el contexto para volver al inicio tras cada envío, minimizando saltos innecesarios.

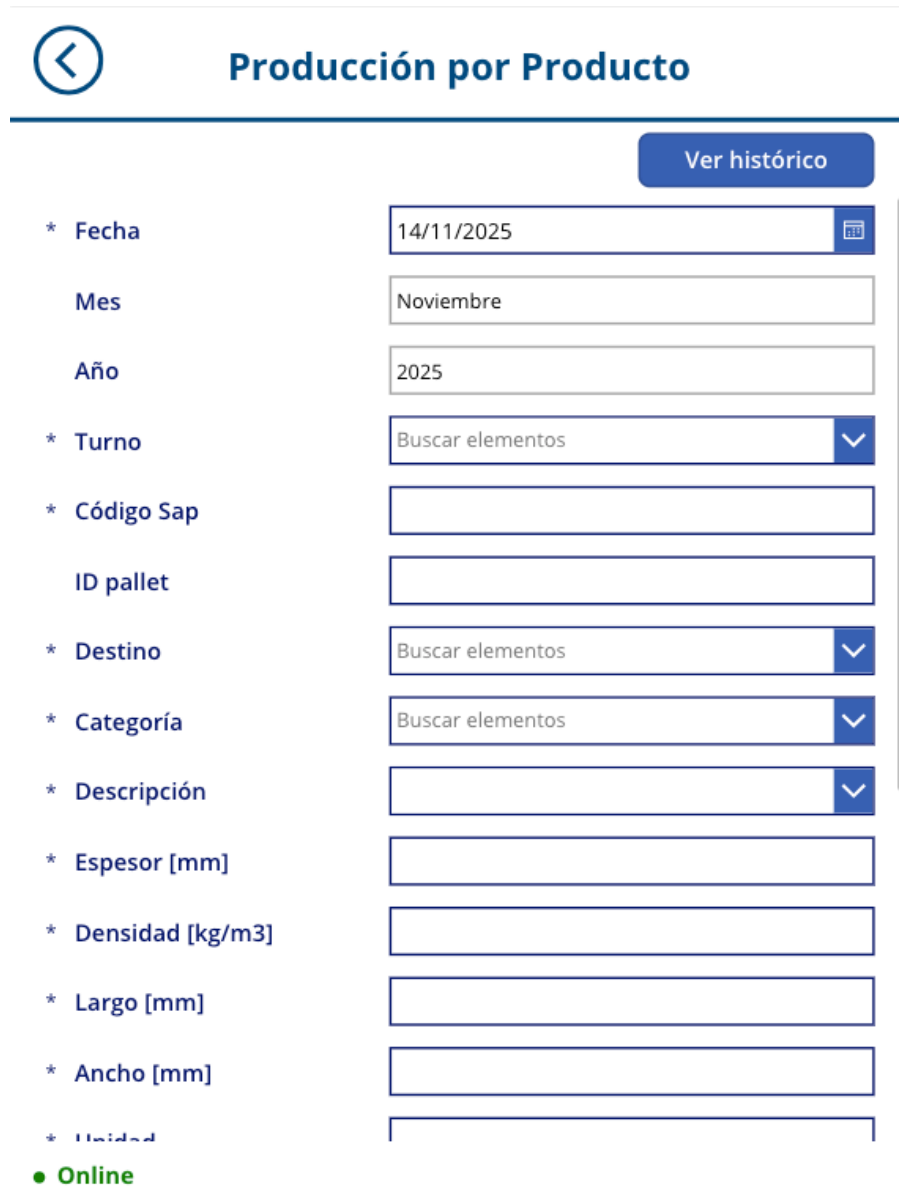


Figura 16: Pantalla principal de *Formularios de Producción AVSA*: selector unificado de procesos y estado de conexión.

La Figura 16 concentra la entrada a los cuatro flujos. El estado *Online* informa disponibilidad de red y habilita acciones que requieren persistencia inmediata; si la conexión es inestable se limita la confirmación de operaciones que alterarían agregados o metas.

Producción por Producto El formulario registra el lote producido con su contexto operativo: fecha, mes/año, turno, código SAP, destino, categoría, descripción y dimensiones técnicas. Al ingresar el código SAP, la app precarga atributos desde catálogos internos para reducir digitación y errores. Los campos obligatorios se validan en cliente y el envío persiste en la lista transaccional con sello de usuario, fecha y turno. El botón *Ver histórico* permite revisar registros recientes

ordenados por creación.



Producción por Producto

Ver histórico

* Fecha 14/11/2025

Mes Noviembre

Año 2025

* Turno Buscar elementos

* Código Sap

ID pallet

* Destino Buscar elementos

* Categoría Buscar elementos

* Descripción

* Espesor [mm]

* Densidad [kg/m3]

* Largo [mm]

* Ancho [mm]

* Unidad

● Online

Figura 17: *Producción por Producto*: captura guiada con precarga por código SAP y acceso al historial.

En la Figura 17 se aprecia el patrón de validación: máscaras de formato para medidas, rangos para densidad y dimensiones y coherencia entre turno, fecha y año. Cuando una regla se incumple, el guardado se bloquea y se sugiere el valor calculado.

Eficiencia Binder El formulario captura indicadores de rendimiento diario por línea (porcentaje de paneles y rollos libres, merma, sólidos). Los valores se validan en el rango continuo [0, 100] con coma decimal y se almacenan con sello de fecha. La vista de historial permite navegar al detalle de cada día para comparar con metas y detectar desviaciones.



Figura 18: Visor de *Eficiencia Binder*: historial de registros con acceso al detalle por fecha.

Informe de Producción y Reciclado El *Informe de Producción* consolida variables clave (productividad, disponibilidad, yield, horas y observaciones). Algunos campos permanecen deshabilitados porque se completan automáticamente a partir de entradas previas o catálogos maestros, manteniendo consistencia. El formulario *Reciclado* registra pesos por día; la app calcula acumulados y porcentaje de reciclaje contra la meta y guarda ambos como evidencia del cierre diario.

Modificar variables de entorno Este módulo actualiza metas y parámetros operativos a partir del último set válido. Al abrir, se precargan metas, horas y límites; el usuario confirma cambios unitarios con el ticket verde y, solo cuando todas las filas modificadas han sido validadas, se habilita *Guardar*. Cada confirmación crea un nuevo registro de variables en lugar de sobrescribir, para asegurar trazabilidad temporal y comparabilidad histórica.



Modificar Variables

Fecha	Horas	
15 noviembre	23,5	+
16 noviembre	8	+
17 noviembre	24	+
18 noviembre	24	+
19 noviembre	24	+
20 noviembre	24	+

[Ver histórico](#)

Meta Productividad	Meta Disponibilidad	Meta Yield
1250	0,954	0,975
Meta Gas_1	Meta Gas_2	Meta Gas_3
24825,47274	0,12645525	380,2022
Meta Resina	Meta Agua_1	Meta Agua_2
0,066	749,382729	2,56177242
Meta E.E_1	Meta E.E_2	Meta OEE
213762,0216	2136,079366	0,9
Meta Eficiencia Binder	Meta Eficiencia	Meta Merma Molienda
0,675	0,967	0,025
Meta Reciclado	Presupuesto	
0,015	682753	

[Guardar](#)

● Online

Figura 19: *Modificar variables*: precarga del último set, edición controlada y versionado por confirmación.

La Figura 19 evidencia la lógica de edición controlada: los íconos de suma, check y eliminar gestionan la tabla de horas; cualquier ajuste exige confirmación explícita antes de ser persistido. El botón *Ver histórico* abre la serie de cambios para auditoría.

Flujo operacional y reglas de negocio

El flujo recomendado es secuencial: *Producción por Producto* abre el día con lotes y dimensiones; *Eficiencia Binder* registra rendimientos por línea; *Informe de Producción* integra indicadores y valida contra metas; *Reciclado* cierra con pesos y acumulados. Este orden garantiza que los campos calculados dispongan de insumos consistentes al evaluar KPIs. Las reglas bloquean envíos con campos vacíos, fuerzan rangos y aplican máscaras; toda corrección posterior genera una nueva versión del elemento, nunca una edición silenciosa.

Validaciones, cálculos y *histórico*

Las fórmulas calculan porcentajes, metas cumplidas y valores derivados (por ejemplo, próxima meta mensual). El *histórico* funciona de forma homogénea en todos los formularios y muestra la lista más reciente con navegación a detalle; desde allí se puede contrastar un registro con los parámetros vigentes en su fecha de creación, respaldando auditorías y revisiones de calidad.

Automatización, trazabilidad y soporte

Power Automate emite notificaciones de recepción o inconsistencias cuando corresponde y registra eventos técnicos en una bitácora de operación. Con conectividad limitada, la interfaz advierte el estado y evita confirmaciones que dejen el dataset en condiciones intermedias. El soporte funcional se gestiona vía mesa de ayuda corporativa, que canaliza ajustes en catálogos o permisos.

Seguridad, rendimiento y gobernanza

La aplicación respeta permisos por rol y por lista; los usuarios operativos pueden crear y consultar, mientras que la administración de parámetros queda restringida. La delegación sobre co-

lumnas de texto, elección y fecha mantiene tiempos de respuesta estables con volúmenes altos, y la precarga de catálogos reduce viajes a la red. Todas las operaciones de *Modificar variables* generan versiones con sello de usuario y fecha, asegurando no repudio y comparabilidad longitudinal. ““

6. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación económica del conjunto de soluciones digitales desarrolladas para la empresa. La evaluación se estructura en torno a dos dimensiones cuantitativas principales: por una parte, el valor comercial de las aplicaciones, expresado en UF, y por otra, el esfuerzo asociado medido en horas-hombre (HH), también facturado en UF a través de actividades periódicas de desarrollo, soporte y mejora.

El análisis se focaliza en cuatro aplicaciones que conforman el caso de estudio de esta memoria, desarrolladas con el cliente durante el periodo considerado y representativas de la forma en que la organización incorpora herramientas digitales en sus procesos operacionales. Por razones de confidencialidad, los valores absolutos de UF reportados fueron ajustados mediante un factor multiplicativo constante aplicado a todos los montos, sin embargo, las proporciones, variaciones porcentuales y relaciones entre conceptos se mantienen inalteradas, por lo que los análisis comparativos y conclusiones derivadas conservan su validez.

- Control de Fuentes Fijas.
- Monitoreo y Calibración de Equipos Corporativo.
- Programa de Inducciones de Personal Interno.
- Formularios de Producción AVSA (versión V1).

Estas soluciones no representan la totalidad de iniciativas tecnológicas desarrolladas con el cliente, sino un subconjunto de proyectos trabajados de manera separada, en los que se observa con claridad el vínculo entre automatización de procesos, trazabilidad y captura de valor económico. A

continuación se describe la forma en que se estructuran los ingresos asociados a estas aplicaciones y el patrón de consumo de HH que permite sostenerlas en el tiempo.

6.1. Alcance y criterios del análisis

Los datos utilizados en esta sección provienen de la planilla histórica de proyectos, donde se registran tanto los desarrollos pactados a precio fijo como las actividades facturadas por horas-hombre (HH). En el primer caso, se trata de proyectos en los que se acuerda un valor en UF por el desarrollo de una aplicación o de una etapa específica; en el segundo, el cobro se realiza en función del tiempo efectivamente dedicado a mejoras, soporte y nuevos desarrollos sobre las soluciones existentes.

El análisis considera dos insumos principales: por una parte, los valores de lista de las cuatro aplicaciones seleccionadas como caso de estudio; y por otra, las actividades por HH registradas entre diciembre de 2024 y septiembre de 2025, periodo en que dichas aplicaciones transitan desde su construcción y puesta en marcha hacia una fase de estabilización y mejora continua.

El objetivo aquí es caracterizar la estructura económica básica del modelo de servicio: cuánto se cobra por las aplicaciones y cuánto se sigue invirtiendo en HH para que estas soluciones mantengan y aumenten su aporte al negocio, en coherencia con la evidencia que destaca el rol de la tecnología y la automatización en la mejora de la gestión de procesos (Barrera et al., 2024).

6.2. Valor UF de las aplicaciones

La primera dimensión de análisis corresponde al valor fijo asociado a cada una de las cuatro aplicaciones. Estos montos se definen en UF y se utilizan en las etapas de negociación y aprobación

interna como referencia de inversión inicial. La Tabla 1 resume el valor de cada solución y su peso relativo dentro del conjunto de iniciativas analizadas.

Tabla 1: Valor comercial de las aplicaciones consideradas en el análisis (en UF).

Aplicación	Valor [UF]	Participación en el total [%]
Control de Fuentes Fijas	151,2	26,2
Monitoreo y Calibración de Equipos Corporativo	151,2	26,2
Programa de Inducciones de Personal Interno	151,2	26,2
Formularios de Producción AVSA (V1)	122,5	21,3
Total	576,1	100,0

El conjunto de aplicaciones analizadas suma 576,1 UF en valor de proyectos de precio fijo. Tres de ellas tienen un valor idéntico de 151,2 UF, lo que refleja una lógica de estandarización comercial: se trata de módulos transversales que pueden reutilizarse en distintos contextos industriales con adaptaciones acotadas.

Formularios de Producción AVSA (V1) presenta un valor de 122,5 UF. Si bien es menor al de las aplicaciones transversales, su participación sigue siendo relevante dentro del total y se explica por su foco específico en la operación productiva de AVSA y por el hecho de que se trata de una primera versión, sobre la cual pueden proyectarse evoluciones futuras.

Desde la perspectiva de gestión, la composición del conjunto de iniciativas entrega varias señales:

- La empresa ha invertido en soluciones que cubren ámbitos distintos, lo que permite abordar la mejora de procesos desde varios frentes.
- Las aplicaciones transversales, con valores similares entre sí, facilitan su empaquetamiento y reutilización en otros clientes o unidades de negocio, lo que contribuye a la escalabilidad del modelo.

- La aplicación de producción, aun cuando no es la de mayor valor individual, concentra parte importante del potencial de impacto operativo, al estar directamente vinculada con la captura de datos productivos.

En términos de industria, esta estructura es consistente con tendencias observadas en empresas manufactureras: se combinan soluciones reutilizables de alcance corporativo con iniciativas específicas orientadas a procesos críticos, donde el retorno potencial de la automatización es más visible (Barrera et al., 2024).

6.3. Consumo y perfil temporal de horas-hombre (HH)

La segunda dimensión corresponde al esfuerzo en horas-hombre facturado al cliente bajo la modalidad de actividades por HH. Este esfuerzo captura no solo el desarrollo inicial, sino también ajustes posteriores, resolución de incidencias, ampliaciones menores y soporte para la adopción por parte de los usuarios.

En la Tabla 2 se presentan las actividades por HH entre diciembre de 2024 y septiembre de 2025, expresadas en UF.

Tabla 2: Actividades por horas-hombre asociadas a las aplicaciones analizadas (en UF).

Periodo	UF asociadas a HH
Diciembre 2024	55,94
Enero 2025	28,43
Febrero 2025	59,27
Marzo 2025	65,77
Abril 2025	48,38
Mayo 2025	61,24
Junio 2025	81,65
Julio 2025	46,87
Agosto 2025	28,73
Septiembre 2025	51,41
Total	527,69

En el periodo analizado se acumulan 527,7 UF en actividades por HH. Este monto permite caracterizar la intensidad del trabajo asociado a la construcción, ajuste y consolidación de las aplicaciones:

- En promedio, las iniciativas movilizan alrededor de 52,8 UF mensuales en trabajo asociado a desarrollo y soporte.
- El mes de junio de 2025 registra el máximo con 81,65 UF, lo que coincide con una fase de alta actividad en ajustes y preparación de funcionalidades para su despliegue o estabilización.
- La secuencia temporal muestra una combinación de picos y valles que refleja el comportamiento típico de proyectos de transformación digital: periodos de desarrollo intensivo seguidos por fases de estabilización y soporte más acotado.

Dado que las actividades por HH se registran de manera consolidada, sin segmentar explícitamente el esfuerzo por aplicación, en esta memoria se adopta un criterio de reparto proporcional como primera aproximación. Bajo este supuesto, el esfuerzo HH promedio por aplicación es:

$$HH_{\text{promedio por aplicación}} \approx \frac{527,7 \text{ UF}}{4} = 131,9 \text{ UF.} \quad (1)$$

Este valor no pretende representar con exactitud la carga real de cada solución, pero sí dimensiona la magnitud de trabajo requerida para que las aplicaciones pasen desde un prototipo funcional a herramientas operativas estables y alineadas con los procesos reales de la planta.

En términos industriales, estas cifras permiten cuestionar la idea de que los proyectos de software son inversiones puntuales. Los datos muestran que una parte relevante del esfuerzo se produce después de la primera versión, cuando aparecen necesidades de integración, ajustes regulatorios, cambios en el proceso productivo y mejoras sugeridas por los usuarios, comportamiento que coincide con experiencias reportadas en implementaciones de aplicaciones orientadas a reducir tiempos de proceso logístico (Crisostomo, 2020).

6.4. Relación entre valor de las aplicaciones y esfuerzo HH

Al comparar el valor fijo de las aplicaciones con el esfuerzo en HH, se obtiene la estructura económica agregada mostrada en la Tabla 3.

Tabla 3: Síntesis económica de las iniciativas analizadas (en UF).

Concepto	Monto [UF]	Participación [%]
Valor de aplicaciones	576,1	52,2
Actividades por HH	527,7	47,8
Total analizado	1103,8	100,0

Los resultados permiten extraer varias lecturas relevantes:

- Aproximadamente un 52 % del monto total corresponde al valor de las aplicaciones consideradas como proyectos de precio fijo.

- El 48 % restante proviene de actividades por HH, que materializan la fase de ajuste, explotación y mejora continua.
- La relación entre ambos conceptos implica que, por cada 1 UF facturada en concepto de desarrollo de aplicaciones, se han facturado alrededor de 0,92 UF adicionales en actividades HH en el periodo considerado.

Esta configuración describe un modelo de servicio en el que la inversión inicial en aplicaciones y el trabajo posterior de soporte y evolución tienen un peso comparable. En la práctica, el valor económico no se concentra solo en el desarrollo del software, sino en la interacción sostenida entre usuarios, procesos y tecnología, aspecto destacado también por la literatura que analiza proyectos de automatización y digitalización en contextos productivos (Barrera et al., 2024).

6.5. Conversión de montos a pesos chilenos

Para contextualizar los resultados en términos monetarios corrientes, se realizó la conversión de los montos expresados en UF a pesos chilenos. Se utilizó como referencia un valor de la UF de 39.643,59 pesos chilenos, correspondiente a la cotización del 26 de noviembre, de acuerdo con una consulta en línea al tipo de cambio.

La Tabla 4 presenta la conversión aproximada tanto a nivel de cada aplicación como a nivel agregado. Los valores en pesos se redondearon al millar más cercano, con el objetivo de facilitar la lectura.

Tabla 4: Conversión aproximada de montos en UF a pesos chilenos (CLP).

Concepto	Monto [UF]	Monto aproximado [CLP]
Control de Fuentes Fijas	151,2	\$ 5.994.000
Monitoreo y Calibración de Equipos Corp.	151,2	\$ 5.994.000
Programa de Inducciones de Personal Int.	151,2	\$ 5.994.000
Formularios de Producción AVSA (V1)	122,5	\$ 4.856.000
Total aplicaciones	576,1	\$ 22.839.000
Actividades por HH	527,7	\$ 20.920.000
Total general	1103,8	\$ 43.759.000

Los valores muestran que, bajo la cotización considerada, el conjunto de aplicaciones representa del orden de 22,8 millones de pesos, mientras que las actividades por HH asociadas al periodo analizado suman aproximadamente 20,9 millones de pesos. En total, las iniciativas consideradas movilizan alrededor de 43,8 millones de pesos.

Esta aproximación permite dimensionar el esfuerzo económico desde la perspectiva de la empresa industrial. El nivel de inversión guarda coherencia con proyectos que buscan transformar procesos operacionales relevantes, pero sin alcanzar los montos típicos de iniciativas de gran escala asociadas a reemplazos completos de sistemas core. Además, la distribución relativamente equilibrada entre aplicaciones y HH sugiere que una parte importante del gasto se orienta a acompañar la adopción y evolución de las soluciones, más que solo a su desarrollo inicial.

6.6. Implicancias para la industria y la transformación digital

Más allá de las cifras puntuales, la estructura económica observada tiene implicancias directas para la forma en que las empresas industriales abordan sus proyectos de digitalización.

En primer lugar, el peso relativo de las HH muestra que la automatización no se limita a la entrega de una aplicación, sino que requiere un ciclo continuo de revisión y mejora. La inver-

sión en software explica algo más de la mitad del monto total, pero el resto corresponde a trabajo de seguimiento, rediseño y extensión funcional. Para organizaciones que operan en entornos regulados y con fuerte presión por eficiencia, como la industria de materiales de construcción, esta constatación es clave: si no se contemplan recursos para la etapa posterior a la implementación, las aplicaciones tienden a desalinearse con la realidad del negocio y a perder relevancia (Barrera et al., 2024).

En segundo lugar, la existencia de módulos transversales reutilizables (Fuentes Fijas, Monitoreo y Calibración, Inducciones) ofrece una vía concreta para industrializar la digitalización. En lugar de construir soluciones completamente a medida para cada planta, se trabaja con componentes relativamente estandarizados, que se adaptan a diferentes contextos mediante configuración y un nivel acotado de desarrollo adicional. Esto reduce el riesgo tecnológico, acorta tiempos de despliegue y facilita la consolidación de buenas prácticas corporativas.

En tercer lugar, el caso de Formularios de Producción AVSA (V1) ilustra cómo una aplicación específica puede convertirse en pieza central de una estrategia de datos operacionales. Su foco en la captura estructurada de información de producción, la trazabilidad de eventos de calidad y rechazo, y la alimentación de tableros de control, la convierten en un habilitador directo de iniciativas de analítica, control de procesos y mejora continua basada en evidencia (Crisostomo, 2020).

La presencia sostenida de HH en el tiempo introduce un componente de gobernanza tecnológica. La empresa se ve obligada a priorizar requerimientos, gestionar una cartera de mejoras y evaluar el retorno de nuevas funcionalidades antes de comprometer horas adicionales. Esto favorece una visión más madura de la relación con los sistemas de información: el software deja de percibirse como un producto que se adquiere una vez y pasa a entenderse como un activo que se

administra y evoluciona en línea con la estrategia del negocio.

6.7. Síntesis de hallazgos cuantitativos

A partir del análisis realizado, se pueden resumir los principales resultados en los siguientes puntos:

- El conjunto de cuatro aplicaciones alcanza un valor de 576,1 UF en proyectos de precio fijo, con una composición que equilibra módulos transversales reutilizables y una solución específica orientada a la operación de producción.
- Las actividades por HH asociadas al periodo diciembre de 2024 a septiembre de 2025 suman 527,7 UF, lo que se traduce en un promedio de 52,8 UF mensuales y en cerca de 131,9 UF por aplicación si se distribuyen proporcionalmente.
- La estructura económica total alcanza 1103,8 UF, de las cuales aproximadamente un 52 % corresponde al valor de las aplicaciones y un 48 % al esfuerzo en HH. Esto confirma la relevancia del trabajo posterior a la implementación y del soporte evolutivo como componentes permanentes del modelo de servicio.
- La relación entre UF de aplicaciones y UF de HH, cercana a 1 a 0,92, muestra que una parte muy significativa del valor se construye en la interacción posterior con los usuarios y los procesos, más allá del desarrollo inicial.
- Al llevar los montos a pesos chilenos con una UF de 39.643,59 pesos, las iniciativas analizadas movilizan del orden de 43,8 millones de pesos, cifra que resulta coherente con proyectos de automatización orientados a procesos operativos relevantes pero acotados, y que refuerza

la viabilidad económica de avanzar en digitalización mediante ciclos iterativos de desarrollo y mejora continua (Barrera et al., 2024; Crisostomo, 2020).

Estos resultados sirven como base para los capítulos posteriores, donde se conecta la evaluación económica con los beneficios operacionales observados y con el impacto que las aplicaciones tienen en la reducción de tiempos, la disminución de errores y la mejora de la calidad de la información disponible para la gestión.

7. Discusión

La discusión de los resultados se organiza en torno a cuatro ejes: la interpretación económica de las soluciones implementadas, el rol de Microsoft Power Platform como habilitador de automatización, las implicancias organizacionales del modelo adoptado y la relación del caso con la literatura reciente sobre hiperautomatización y ecosistemas de plataformas.

7.1. Interpretación de los resultados económicos

Los resultados de la evaluación económica muestran que el valor de los proyectos de desarrollo y el esfuerzo en horas-hombre asociados a la fase de estabilización y mejora continua son de magnitudes comparables. Esta relación es coherente con la evidencia que señala que la automatización de procesos no se limita al momento de implementación, sino que requiere ajustes sucesivos para acompañar cambios normativos, variaciones en la demanda, modificaciones en los procesos internos y aprendizajes derivados del uso cotidiano de las aplicaciones (Avendaño Barrera et al., 2024; Sucharitha et al., 2023).

La distribución observada entre proyectos de desarrollo y actividades por horas-hombre sugiere que el modelo de servicio implementado se ubica en un punto intermedio entre dos extremos: por un lado, las soluciones completamente cerradas, con un costo único y sin previsión de evolución sistemática; por otro, los esquemas donde prácticamente todo el trabajo se realiza bajo demanda, sin una base de aplicaciones claramente definidas. Al combinar ambos enfoques, la empresa logra una estructura que facilita la planificación presupuestaria y, al mismo tiempo, mantiene la flexibilidad necesaria para incorporar mejoras de manera incremental (Chung and Brítez, 2024).

Este comportamiento coincide con experiencias reportadas en otros contextos donde el uso

de aplicaciones móviles o plataformas digitales permite reducir tiempos de proceso y mejorar la eficiencia operativa, pero solo cuando se dispone de mecanismos para ajustar continuamente las soluciones a las condiciones reales de operación (Crisostomo, 2020). En ese sentido, la proporción de recursos destinados a horas-hombre no debe interpretarse como un sobre costo, sino como una parte inherente de la lógica de mejora continua asociada a la transformación digital.

7.2. Microsoft Power Platform como habilitador de automatización

La experiencia desarrollada confirma el papel de Microsoft Power Platform como un entorno integrado para la construcción rápida de aplicaciones, la automatización de flujos de trabajo y la exposición de datos para el negocio. Power Apps permitió modelar formularios y componentes de entrada alineados con la realidad operativa de la planta, mientras que Power Automate se utilizó para orquestar procesos, generar notificaciones, registrar eventos y conectar las aplicaciones con otras fuentes de información corporativa (Loyer, 2023; Leung, 2021; Harinarayanan, 2021).

Este enfoque se alinea con trabajos que describen el potencial de la plataforma para soportar escenarios complejos de analítica y digitalización, integrando servicios de inteligencia artificial, almacenamiento en la nube y herramientas de colaboración (Salvaris et al., 2018; Charan et al., 2024). La posibilidad de combinar Power Apps con servicios de Microsoft 365 y Power BI, así como con conectores estándar hacia sistemas externos, facilita la creación de soluciones que no solo digitalizan formularios, sino que habilitan circuitos completos de captura, procesamiento y visualización de datos.

Los resultados también dialogan con experiencias de uso de Power Platform en ámbitos tan diversos como la educación en patología digital (Rajaram et al., 2022) o el desarrollo de asis-

tentes de traducción en Azure (Prabowo et al., 2024). En estos casos, el denominador común es la capacidad de la plataforma para acelerar la construcción de soluciones específicas, apoyándose en componentes reutilizables y servicios de nube ya provistos por el ecosistema de Microsoft.

7.3. Automatización e integración de capacidades avanzadas

Un aspecto relevante de la discusión es la relación entre el caso estudiado y las propuestas recientes de automatización, que combinan tecnologías de inteligencia artificial, automatización robótica de procesos y plataformas de bajo código para construir flujos de extremo a extremo (Sucharitha et al., 2023). La literatura reciente sobre Power Platform destaca precisamente esta convergencia, poniendo énfasis en el rol de AI Builder, Power Automate y Dataverse como pilares para la automatización inteligente de procesos empresariales (Piridi et al., 2025).

Los trabajos de Debbadi y Boateng muestran que es posible incorporar algoritmos de aprendizaje profundo dentro de flujos de Power Automate para adaptar procesos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta de los sistemas ante cambios en las condiciones de operación (Debbadi and Boateng, 2025a). De forma complementaria, las propuestas de Khaga enfatizan cómo la plataforma puede transformar flujos de trabajo en Office 365 mediante soluciones impulsadas por inteligencia artificial, integrando automatización, analítica y colaboración en un mismo entorno (Khaga, 2025a).

Si bien la memoria no aborda en profundidad el desarrollo de modelos avanzados de aprendizaje automático, el diseño de las aplicaciones y flujos deja abierta la posibilidad de incorporar capacidades de procesamiento inteligente de documentos y análisis automatizado de información. Esto es coherente con trabajos que documentan el uso de inteligencia artificial para procesar do-

cumentos y estructurar información en contextos empresariales (Kolandaishamy et al., 2024; Palchunov and Chernyavtseva, 2023). En etapas futuras, la integración de estos componentes podría potenciar aún más el valor de las aplicaciones desarrolladas, especialmente en ámbitos como la categorización de eventos de calidad, la priorización de mantenciones o la detección de patrones en datos de producción.

7.4. Implicancias organizacionales y de gestión

Desde una perspectiva organizacional, la experiencia refuerza la idea de que la adopción de plataformas de bajo código no es solo una decisión tecnológica, sino también de gestión del cambio. La construcción de aplicaciones para fuentes fijas, monitoreo de equipos, inducciones y formularios de producción no solo digitaliza procesos existentes, sino que obliga a explicitar reglas de negocio, responsabilidades y flujos de información que, en muchos casos, se encontraban dispersos en documentos informales o dependían del conocimiento tácito de ciertas personas.

La literatura sobre gestión de procesos y automatización sugiere que este ejercicio de modelar digitalmente los procedimientos contribuye a fortalecer la disciplina de gestión y a mejorar la transparencia de las operaciones (Barrera et al., 2024; Sucharitha et al., 2023). En el caso estudiado, la estandarización de formularios y flujos permitió reducir la heterogeneidad de plantillas y canales de registro, mejorar la trazabilidad de las actividades y crear una base de datos más consistente para futuras iniciativas de analítica.

La adopción de Power Platform se inscribe además en una lógica más amplia de ecosistemas de plataforma, donde distintos servicios y aplicaciones se combinan para generar valor (Kretschmer et al., 2020). El uso articulado de Power Apps, Power Automate, Microsoft 365 y

herramientas analíticas como Power BI se alinea con la visión de Office 365 como entorno de productividad en la nube que integra comunicación, colaboración y gestión de información (Chandorkar, 2018). Desde esta perspectiva, las aplicaciones desarrolladas no son piezas aisladas, sino componentes de un sistema más amplio que evoluciona en conjunto con la organización.

7.5. Relación de la transformación digital y costos

La evidencia empírica del caso dialoga de manera directa con trabajos que analizan el impacto de la tecnología en la gestión de procesos y en las estrategias de automatización (Avendaño Barrera et al., 2024; Barrera et al., 2024). Estos estudios destacan que la digitalización efectiva no solo reduce tiempos de ciclo y errores, sino que también habilita nuevas formas de medir y gestionar los costos operativos. En la memoria, la estructura económica que combina proyectos de desarrollo y horas-hombre recurrentes refleja justamente esta lógica de inversión continua orientada a sostener y ampliar los beneficios de la automatización.

Adicionalmente, la experiencia se relaciona con investigaciones que exploran el rol del software de gestión de costos en empresas industriales, mostrando cómo estas herramientas contribuyen a mejorar la toma de decisiones y optimizar procesos productivos (Chung and Brítez, 2024). Si bien el caso no desarrolla un módulo específico de gestión de costos, las aplicaciones implementadas generan datos que pueden alimentar análisis posteriores sobre consumo de recursos, tiempos de proceso y cumplimiento de actividades, creando las condiciones necesarias para una gestión económica más fina.

En resumen, la discusión muestra que el caso de estudio se sitúa en la intersección de varias corrientes de la literatura: transformación digital de procesos, adopción de plataformas de

bajo código, hiperautomatización e implementación de soluciones de software en contextos industriales. La experiencia con Microsoft Power Platform aporta evidencia concreta sobre cómo estos elementos pueden materializarse en aplicaciones y flujos específicos, con impactos medibles en la operación y en la estructura económica asociada a la automatización.

8. Limitaciones

Si bien la memoria ofrece un caso aplicado que aporta evidencia relevante sobre el uso de Microsoft Power Platform en un contexto industrial, es importante reconocer una serie de limitaciones que acotan el alcance de las conclusiones.

En primer lugar, el análisis se centra en un conjunto reducido de cuatro aplicaciones desarrolladas para un mismo cliente, en un sector específico. Esto implica que los resultados no pueden generalizarse de manera directa a otras industrias, ni a organizaciones con niveles de madurez digital muy distintos. La literatura sugiere que factores como la cultura organizacional, la experiencia previa en proyectos tecnológicos y la estructura de gobierno de TI influyen de manera significativa en el éxito de las iniciativas de automatización (Herrera, 2022; Power et al., 2020), por lo que sería necesario contrastar el enfoque con casos en otros contextos.

En segundo lugar, la evaluación económica se apoya en los registros comerciales disponibles, considerando los valores de desarrollo y las horas-hombre facturadas en un periodo acotado. No se dispone de información detallada sobre todos los costos indirectos asociados, como dedicación interna de usuarios clave, gestión del cambio, formación o infraestructura adicional. Tampoco se incluyeron métricas directas de beneficios operacionales, tales como reducciones cuantificadas en tiempo de ciclo, disminución de errores o mejoras en indicadores de productividad, aun cuando la literatura enfatiza la relevancia de estos aspectos para evaluar integralmente proyectos de automatización (Barrera et al., 2024; Crisostomo, 2020).

En tercer lugar, el análisis de horas-hombre se basa en un criterio de reparto proporcional entre aplicaciones, dado que los registros se encuentran consolidados a nivel de cliente y no discriminan de manera precisa qué porcentaje del esfuerzo se destinó a cada solución. Este supuesto

permite avanzar en una estimación razonable, pero introduce un grado de incertidumbre respecto de la carga real asociada a cada aplicación en particular.

En cuarto lugar, si bien se discuten las posibilidades de integrar capacidades avanzadas de inteligencia artificial y procesamiento inteligente de documentos, la implementación concreta de estos componentes fue limitada en el periodo estudiado. La literatura reciente sobre hiperautomatización y automatización inteligente en Power Platform muestra escenarios donde se integran modelos de aprendizaje profundo y servicios cognitivos de forma más intensiva (Sucharitha et al., 2023; Debbadi and Boateng, 2025a; Piridi et al., 2025), por lo que futuras investigaciones podrían profundizar en este tipo de soluciones y medir su impacto específico.

A pesar de estas limitaciones, el caso desarrollado proporciona una base sólida para comprender cómo una empresa puede utilizar Microsoft Power Platform para avanzar en la automatización de procesos y cómo se estructura la dimensión económica asociada a este tipo de iniciativas. Las limitaciones señaladas abren, al mismo tiempo, oportunidades claras para líneas futuras de investigación y profundización.

9. Conclusiones

Esta investigación permitió indagar acerca de cómo Microsoft Power Platform aborda procesos operacionales en una empresa industrial. A partir de la construcción de aplicaciones sobre Power Apps, flujos de automatización en Power Automate y esquemas de integración con fuentes de datos corporativas, se logró demostrar que es posible estructurar un modelo de servicio que combina desarrollo de soluciones a precio fijo con un componente relevante de soporte y mejora continua medido en horas-hombre.

En términos económicos, el análisis mostró que las cuatro aplicaciones consideradas alcanzan un valor total de proyectos de precio fijo que se encuentra en el rango esperable para iniciativas de automatización orientadas a procesos específicos, mientras que las actividades por horas-hombre asociadas al periodo de estabilización y evolución funcional representan un volumen comparable de recursos. La relación entre ambos componentes confirma que el despliegue de soluciones digitales no se agota en la fase de desarrollo inicial, sino que requiere un esfuerzo sostenido de ajuste, acompañamiento a usuarios e incorporación de nuevas necesidades operacionales, en línea con lo reportado por estudios sobre automatización y mejora de procesos industriales (Barrera et al., 2024; Chung and Brítez, 2024).

En el plano tecnológico, la experiencia confirma la tesis de que las plataformas de bajo código permiten acelerar la entrega de valor, reducir tiempos de desarrollo y aproximar a los usuarios de negocio al ciclo de construcción de aplicaciones (Loyer, 2023; Leung, 2021; Shrivastava, 2024). La combinación de Power Apps, Power Automate y servicios asociados de la nube Microsoft habilita escenarios de automatización que integran captura de datos, orquestación de flujos, generación de reportes y conexión con otros sistemas corporativos, lo que se alinea con las ten-

dencias de hiperautomatización descritas en la literatura reciente (Piridi et al., 2025; Debbadi and Boateng, 2025a; Khaga, 2025a).

Desde la perspectiva organizacional, el caso evidencia que la adopción de estas soluciones contribuye a fortalecer la trazabilidad, disminuir el uso de planillas dispersas y mejorar la calidad de la información disponible para la toma de decisiones. La existencia de aplicaciones específicas para fuentes fijas, monitoreo de equipos, inducciones y formularios de producción facilita la estandarización de procedimientos y la construcción de repositorios de datos más consistentes, lo que se conecta con propuestas que vinculan automatización, gestión de costos y competitividad en empresas industriales (Crisostomo, 2020; Chung and Brítez, 2024).

El trabajo confirma que la digitalización efectiva requiere de un marco de gobernanza tecnológica que permita priorizar requerimientos, gestionar una cartera de mejoras y asegurar que las horas-hombre invertidas después del primer despliegue se alineen con los objetivos estratégicos de la organización. La evidencia empírica recogida coincide con planteamientos que enfatizan la necesidad de ver las plataformas tecnológicas como ecosistemas en evolución, más que como soluciones cerradas (Kretschmer et al., 2020; Chandorkar, 2018).

Este enfoque ofrece una ruta viable para organizaciones que buscan capturar beneficios de la transformación digital sin depender exclusivamente de proyectos de gran escala, y abre la puerta a nuevas líneas de trabajo en torno a la incorporación de capacidades de inteligencia artificial y procesamiento inteligente de documentos en los flujos existentes (Salvaris et al., 2018; Kolandaisamy et al., 2024; Palchunov and Chernyavtseva, 2023).

10. Anexos

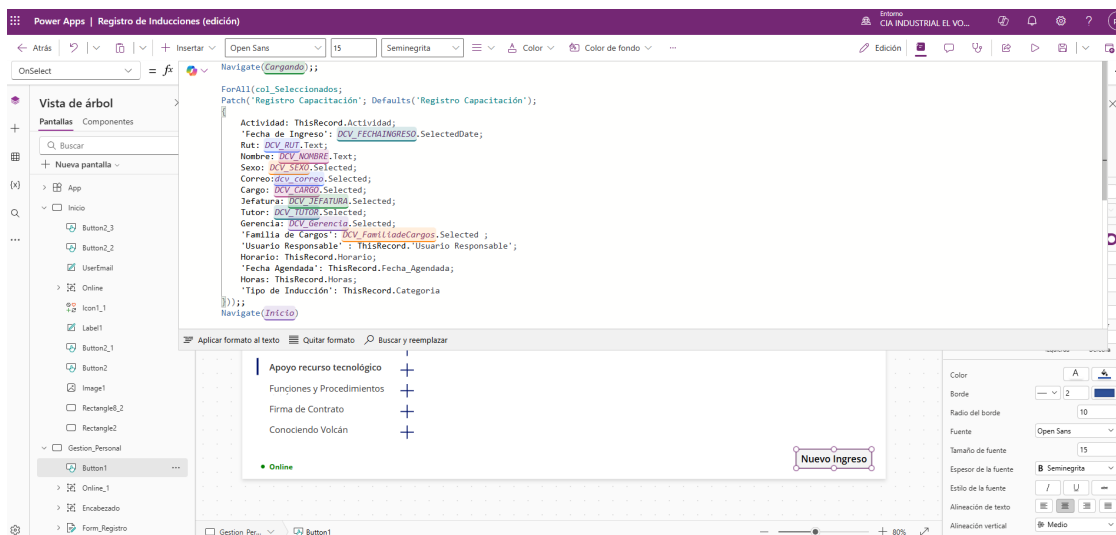


Figura 20: Editor de Power Apps logica del boton de *Nuevo Ingreso*.

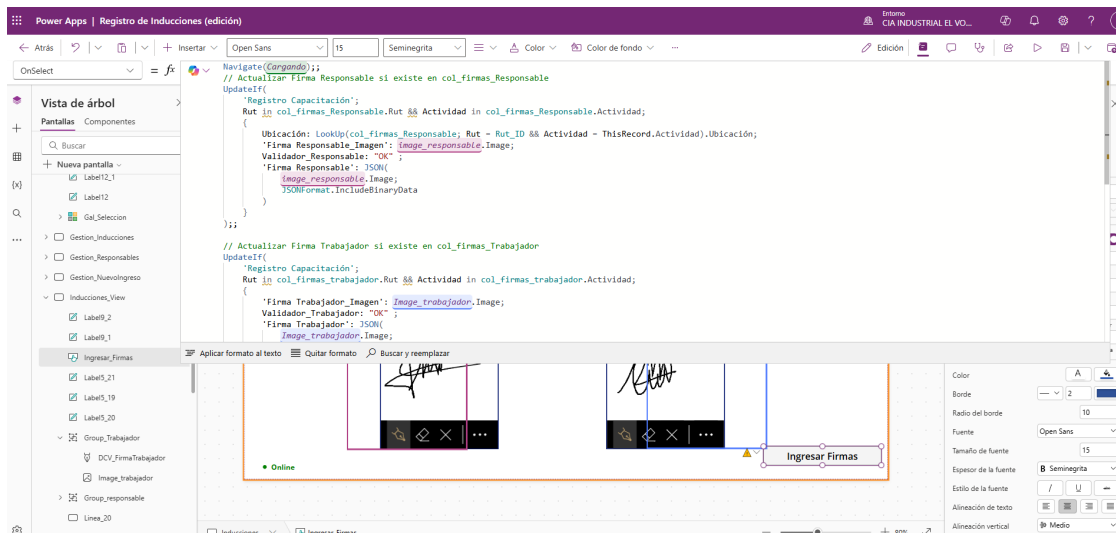


Figura 21: Editor de Power Apps logica del boton *Ingreso de Firmas* en el formato JSON y B64.

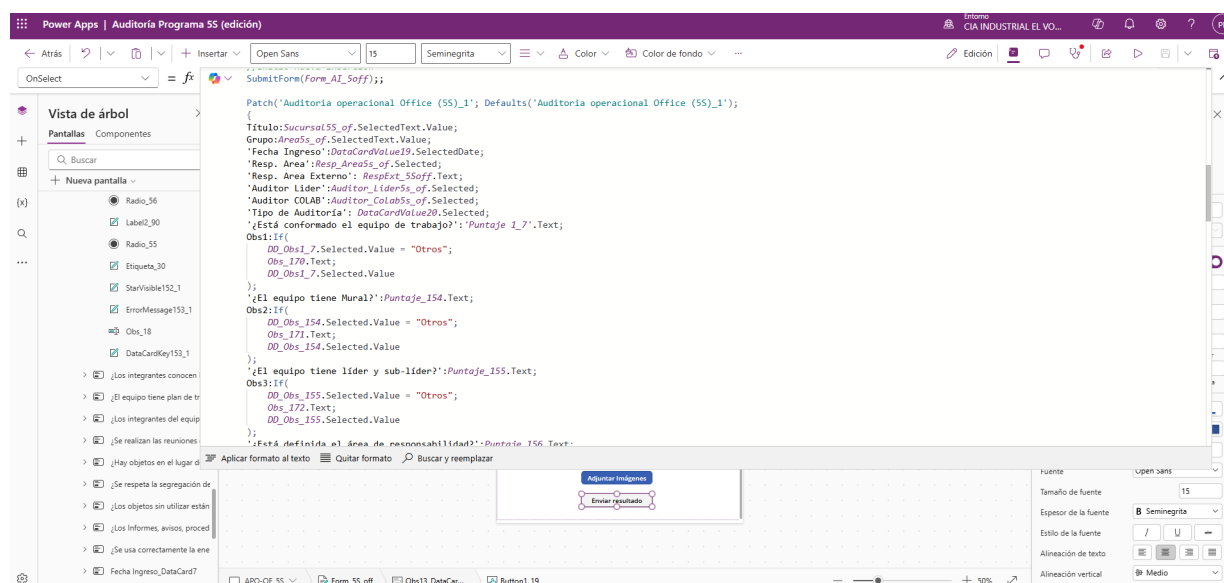


Figura 22: Lógica declarativa en Power Apps del botón *Enviar resultado* del *Programa 5S*. El fragmento muestra la función `Patch()` aplicada a la lista 'Auditoría Operacional Office (5S)' de SharePoint, donde se registran los campos principales de la auditoría (sucursal, área, fecha, responsables y tipo), junto con las observaciones asociadas a cada criterio. La estructura de validaciones condicionales (`If`) permite evaluar respuestas de tipo "Otros" e insertar comentarios dinámicamente, garantizando consistencia entre los formularios y la base de datos centralizada.

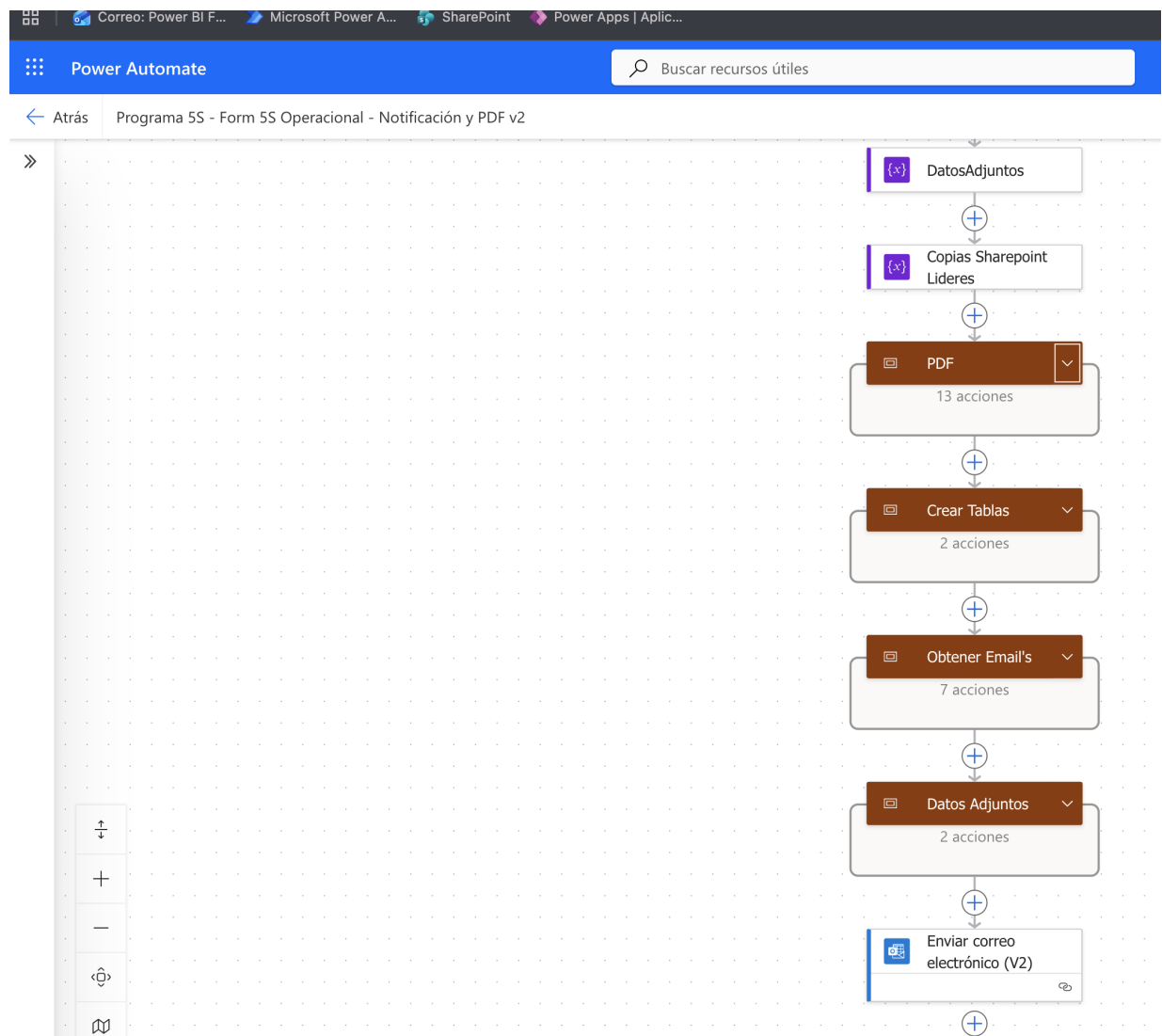


Figura 23: Flujo de Power Automate asociado al formulario Programa 5S Operacional. El diagrama muestra la cadena de acciones que se ejecutan tras el envío del formulario: definición de variables para datos adjuntos y copias en SharePoint, bloque de generación del PDF, construcción de tablas con los resultados de la auditoría, obtención de las direcciones de correo de los destinatarios, preparación de adjuntos y, finalmente, el envío automático del correo electrónico con el informe consolidado. Este flujo orquesta la automatización de notificaciones y evidencia documental, reduciendo la intervención manual y estandarizando la distribución de resultados.

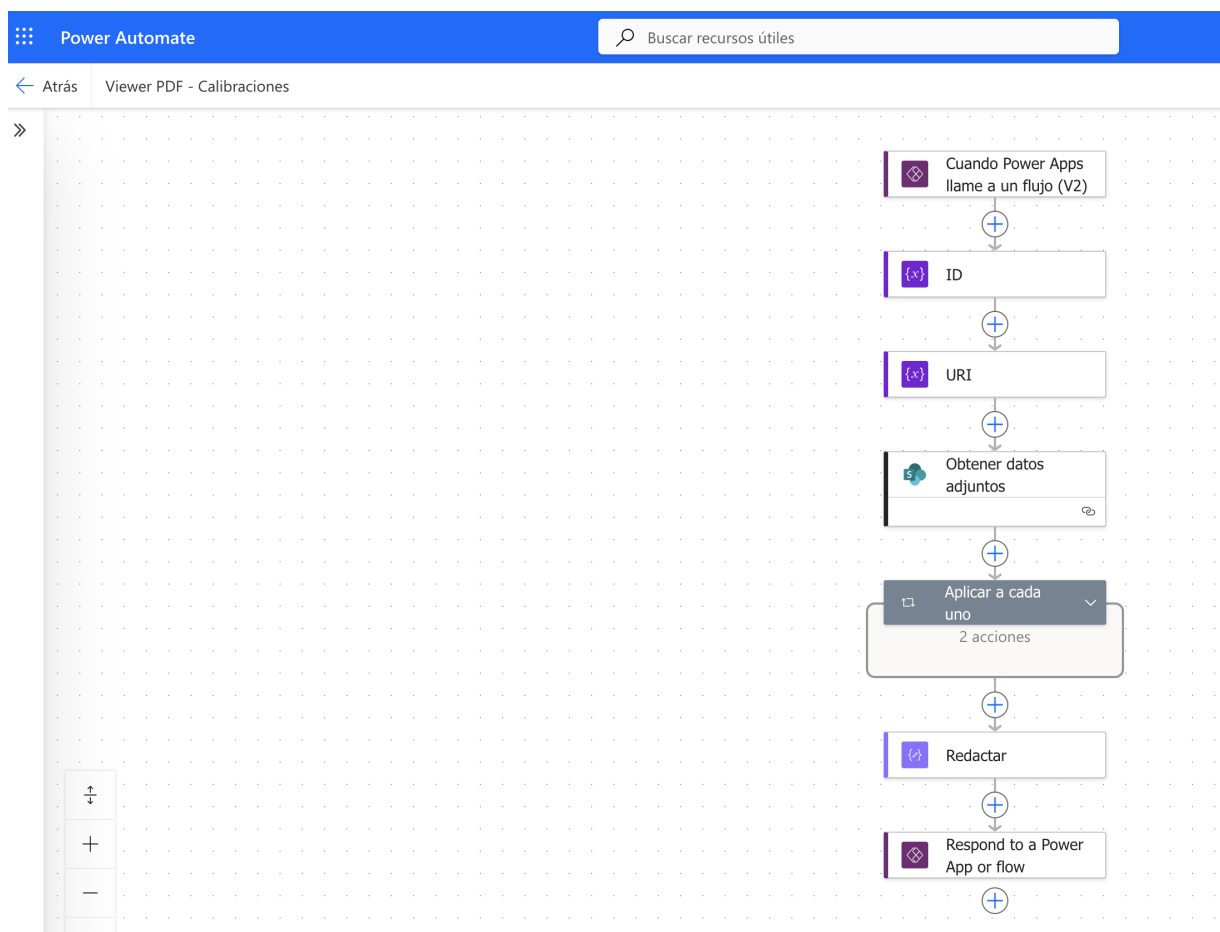


Figura 24: Flujo de Power Automate para visualización de documentos de calibraciones desde Power Apps. El proceso se inicia cuando Power Apps invoca el flujo con el identificador del registro y la dirección URI del archivo; a continuación se consultan los datos adjuntos en SharePoint y, mediante el bucle Aplicar a cada uno, se recorren los archivos asociados para obtener su contenido binario. Posteriormente se construye la respuesta en la acción Redactar y se devuelve a la aplicación mediante Respond to a Power App or flow, permitiendo mostrar el PDF de calibración directamente en la interfaz sin que el usuario deba navegar por bibliotecas de documentos.

Referencias

- Avendaño Barrera, J. R., Sánchez Torres, Y. E., and Velasco Alarcón, L. A. (2024). La tecnología y su impacto en la gestión de procesos y estrategias de automatización. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4):6198–6221. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12822.
- Barrera, J. R. A., Torres, Y. E. S., and Alarcón, L. A. V. (2024). La tecnología y su impacto en la gestión de procesos y estrategias de automatización. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4):6198–6221.
- Chandorkar, D. (2018). Microsoft office 365: A cloud based productivity in business environment. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(6):178–181. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.6025>.
- Charan, P., Latha, K., G, N., Verma, R., Pal, S., and Teltumbade, G. (2024). Transforming big data challenges into opportunities: An in-depth analysis of microsoft power bi for analytics and visualization. In *2024 International Conference on Artificial Intelligence and Emerging Technology (Global AI Summit)*, pages 1248–1252. <https://doi.org/10.1109/globalaisummit62156.2024.10947811>.
- Chung, C. K. K. and Brítez, M. Á. A. (2024). Desarrollo e implementación de software de gestión de costos y su influencia en la optimización de procesos en empresas industriales. *INVESTIGATIO*, (22). <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/1194>.
- Crisostomo, D. J. (2020). Implementación de una app móvil para mejorar la eficiencia en la

reducción del tiempo de recepción del centro de distribución, huachipa 2020. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte.

Critchley, S. (2020). Power automate. In *Dynamics 365 Essentials: Getting Started with Dynamics 365 Apps in the Common Data Service*, pages 507–524. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5911-5_13.

Debbadi, R. and Boateng, O. (2025a). Developing intelligent automation workflows in microsoft power automate by embedding deep learning algorithms for real-time process adaptation. *International Journal of Science and Research Archive*, 14(2):0449. <https://doi.org/10.30574/ij سرا.2025.14.2.0449>.

Debbadi, R. K. and Boateng, O. (2025b). Developing intelligent automation workflows in microsoft power automate by embedding deep learning algorithms for real-time process adaptation. *Int J Sci Res Arch*, 14(2):802–820.

Debbadi, R. K. and Boateng, O. (2025c). Developing intelligent automation workflows in Microsoft power automate by embedding deep learning algorithms for real-time process adaptation. *International Journal of Science and Research Archive*, 14(2):802–820.

Harinarayanan, V. P. (2021). Power automate. In *Building the Modern Workplace with SharePoint Online*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6945-9_5.

Herrera, H. (2022). *Microsoft Power Platform Solution Architect's Handbook: An expert's guide to becoming a Power Platform solution architect and preparing for the PL-600 exam*. Packt Publishing Ltd.

- Khaga, S. (2025a). Intelligent automation with power platform: Transforming office 365 workflows with ai-powered solutions. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(4):49. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.4.49>.
- Khaga, S. Y. (2025b). Intelligent automation with power platform: Transforming office 365 workflows with AI-powered solutions. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(4):409–416.
- Kolandaisamy, R., Rajagopal, H., K., I., and Sinnappan, G. S. (2024). The smart document processing with artificial intelligence. *Proceedings of International Conference on Artificial Life and Robotics*. <https://doi.org/10.5954/icarob.2024.os18-8>.
- Kretschmer, T., Leiponen, A., Schilling, M. A., and Vasudeva, G. (2020). Platform ecosystems as meta-organizations: Implications for platform strategies. *Strategic Management Journal*. <https://doi.org/10.1002/smj.3250>.
- Leung, T. (2021). Introducing power apps. In *Beginning Power Apps: The Non-Developer's Guide to Building Business Mobile Applications*, pages 3–19. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6683-0_1.
- Loyer, E. (2023). First power apps. In *Power Apps*, pages 275–322. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9239-6_8.
- Palchunov, D. E. and Chernyavtseva, S. I. (2023). Development of an intelligent assistant for document automation. *2023 IEEE XVI International Scientific and Technical Conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE)*, pages 1470–1475. <https://doi.org/10.1109/APEIE59731.2023.10347691>.

- Piridi, S., Asundi, S., and Hyatt, J. C. (2025). Hyperautomation with power platform: Merging AI, RPA, and low-code for business efficiency – exploring how AI builder, power automate, and dataverse can drive end-to-end enterprise automation. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 12(4):54–69. <https://doi.org/10.22161/ijaers.124.7>.
- Power, B. I., Apps, P., and Automate, P. (2020). Microsoft power platform. <https://powerbi.microsoft.com>.
- Prabowo, Y. D., Putra, R. W., and Maslim, M. (2024). Chat application utilizing automatic translation built on the microsoft azure platform. *Procedia Computer Science*, 245:1101–1110. 9th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence 2024 (ICCSCI 2024).<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.10.339>.
- Pyper, H. S. (2023). Power automate. In *Power Automate*, pages 379–438. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9239-6_10.
- Rajaram, A., Olory, C., Leduc, V., Evaristo, G., Coté, K., Isenberg, J., Isenberg, J. S., Dai, D. L., Karamchandani, J., Chen, M. F., Maedler-Kron, C., and Fiset, P. O. (2022). An integrated virtual pathology education platform developed using microsoft power apps and microsoft teams. *Journal of Pathology Informatics*, 13:100117. <https://doi.org/10.1016/j.jpi.2022.100117>.
- Salvaris, M., Dean, D., and Tok, W. H. (2018). Microsoft ai platform. In *Microsoft AI Platform*, pages 79–98. Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3679-6_4.

Shrivastava, A. (2024). *Learning Microsoft Power Apps: Building Business Applications with Low-Code Technology*. O'Reilly Media, Inc.

Sucharitha, M. M., Basha, M. S. A., Christina, S., and Raja, Y. N. (2023). Inteligencia artificial y automatización: oportunidades y desafíos. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2821, page 020008. <https://doi.org/10.1063/5.0158570>.